

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ALISON ALFRED KLEIN

**APLICAÇÃO DA FOTOGAMETRIA PARA A COLETA DE DADOS DA
ANTROPOMETRIA DA MÃO**

**CURITIBA
2008**

ALISON ALFRED KLEIN

**APLICAÇÃO DA FOTOGRAMETRIA PARA A COLETA DE DADOS DA
ANTROPOMETRIA DA MÃO**

Dissertação de Mestrado apresentada no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Mecânica, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção de título de Mestre em Engenharia Mecânica

Orientadora: Profa. Dra. Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto

**CURITIBA
2008**

Klein, Alison Alfred

Aplicação da fotogrametria para a coleta de dados da antropometria
as mão/Alison Alfred Klein. – Curitiba, 2008.

120f. : il. : graf., tab.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de
Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica.
Orientadora: Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto

1. Mão -- Antropometria. I. Okimoto, Maria Lúcia Leite Ribeiro.

II. Título.

CDD 599.945

TERMO DE APROVAÇÃO

ALISON ALFRED KLEIN

APLICAÇÃO DA FOTOGRAMETRIA PARA A COLETA DE DADOS DA ANTROPOMETRIA DA MÃO

Dissertação aprovada como requisito parcial à obtenção de grau de Mestre em Engenharia Mecânica, área Mecânica, no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná.

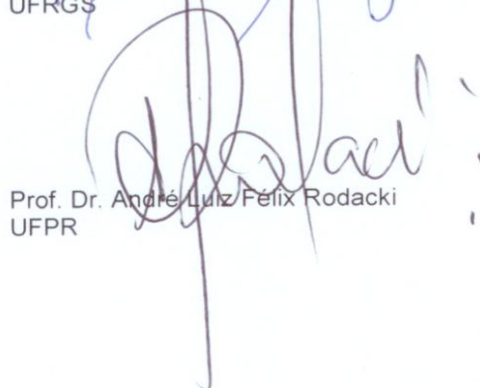
Banca Examinadora:



Prof.ª. Dr.ª. Lia Buarque de Macedo Guimarães
UFRGS



Prof. Dr. Ramón Sigifredo Cortés Paredes
UFPR



Prof. Dr. André Luiz Félix Rodacki
UFPR



Prof.ª. Dr.ª. Maria Lúcia Leite R. Okimoto
UFPR
Presidente

Curitiba, 09 de abril de 2008.

Dedico este trabalho a todos que buscam ser docentes
da própria vida e lutam a cada dia para superar a si
mesmo, penetrando no íntimo da criação em busca de
elementos que façam a vida pouco a pouco mais digna
da existência.

AGRADECIMENTOS

Ao Criador pela enorme oportunidade que recebi, viver nesta época tão rica de movimentos, e pela sabedoria que tão generosamente oferta a cada inspiração.

A minha família tão compreensiva com minhas ausências, sempre presente nas minhas conquistas e importante apoio nos meus desvelos. Constante fonte de exemplos e de estímulos. Em especial aos meus pais que me deram as duas maiores oportunidades desta etapa, a vida e a educação.

Aos meus sogros que oportunizam sempre momentos de profunda reflexão e crescimento, em especial pelo apoio e dedicação no decorrer deste trabalho.

Ao Maestro RAUMSOL por ter construído um caminho que me permite fazer meu mundo melhor.

A Profa. Maria Lúcia Okimoto, pela sua docência e exemplo de pesquisadora incansável, sempre focada nas metas e nas necessidades da sua equipe.

A equipe da SEFIT, sempre presente na minha vida, que compreenderam minhas ausências, e que a cada oportunidade reafirmam o valor do nosso conjunto.

A SEFIT pela estrutura, suporte e apoio financeiro e logístico.

Ao LABERGO por me oferecer o ambiente adequado para o desenvolvimento destes pensamentos, juntamente com todos os seus colaboradores que com garra e determinação buscam o conhecimento. Em especial ao grande amigo Luiz Prates.

A todos os voluntários que colaboraram de forma tão importante e graciosa, suas parcelas de apoio são impagáveis.

A todos que de alguma maneira colaboraram ou simplesmente permitiram que este trabalho acontecesse.

E por fim a pessoa que em seu ventre gerou a minha maior alegria e nos fez uma família minha esposa. Para vocês são os meus sentimentos mais elevados.

RESUMO

Atualmente se utiliza no Brasil muitos levantamentos antropométricos de nações, dado a escassez de informações da população nacional, uma das dificuldades observadas é a dificuldade técnica para a realização destes estudos, desta maneira este estudo objetiva avaliar a confiabilidade e a eficiência do uso da fotogrametria digital em medições antropométricas. A metodologia contou com a construção de um objeto de prova que foi submetido a medições em paquímetro e MMC (máquina de medição por coordenadas) que pela sua precisão e confiabilidade foi considerada referência de padrão ouro. Os dados obtidos apresentaram que a fotogrametria é eficaz apresentando um coeficiente de precisão abaixo de 0,940 em apenas uma variável, esta imprecisão é equivalente a 2,71 mm, os demais dados apresentaram valores de até 0,8 mm. Quando comparado o instrumento com o paquímetro ele se apresentou menos exato, porém dentro da normalidade e dos valores aceitáveis, dado a grandeza dos dados utilizados na antropometria. Utilizou-se então a fotogrametria em um levantamento populacional, fotografando um total de 2200 pessoas divididos de maneira semelhante entre homens e mulheres, buscou-se então a comparação destes valores, comparando e diferenciando entre homens e mulheres, entre mão direita e mão esquerda. Concluiu-se então ser a fotogrametria confiável, precisa e eficiente para a realização de levantamentos antropométricos populacionais.

PALAVRAS-CHAVE: Antropometria. Antropometria da mão. Fotogrametria digital. Software de medição.

ABSTRACT

Several anthropometric findings of nations are currently used in Brazil, given the shortage of information about the country's population; one of the difficulties observed is the technical difficulty into conducting such findings. This study aims to evaluate the technical reliability and the efficiency of the use of digital photogrammetry in anthropometric measurements. The methodology used the construction of a proof object that was subject to measurements in caliper rule and CMM (coordinate measuring machine), that was considered reference of golden pattern because of its accuracy and reliability. The data obtained showed that photogrammetry is efficient, presenting coefficient of accuracy below 0.940 in only one variable, this inaccuracy is equivalent to 2.71 mm, the further data presented values up to 0.8 mm. When the instrument was compared to the caliper rule, it presented less accuracy, though within the normality of acceptable values, due to the magnitude of the data utilized for the anthropometry. The photogrammetry was thus utilized for a populational finding, photographing a total number of 2,200 people divided in a similar way between men and women, the comparison of these values was then searched, comparing and differentiating between men and women, between the left and right hands. We concluded that the photogrammetry is reliable, accurate and efficient for the execution of populational anthropometric findings.

KEYWORDS: Anthropometry. Hand Anthropometry.Digital Photogrammetry. Measurement Software.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Homem Vitruviano - Leonardo da Vinci – 1490	24
FIGURA 2	Ossos da Mão (Putz&PAbst, 1993)	28
FIGURA 3	Ilustração das medições do comprimento e largura da mão (adaptado de Peebles e Noris, 2000)	32
FIGURA 4	Ilustração das medições de largura dos dedos (adaptado de Peebles e Noris, 2000)	33
FIGURA 5	Ilustração das medições de comprimento dos dedos (adaptado de Peebles e Noris, 2000)	33
FIGURA 6	MMC - Discovery II	36
FIGURA 7	Modelo de Paquímetro (www.mitutoyo.com)	37
FIGURA 8	Esquema básico da metodologia do presente trabalho	49
FIGURA 9	Esquema básico da metodologia do presente trabalho	51
FIGURA 10	Moldagem e molde do objeto de prova	52
FIGURA 11	Modelo do objeto de prova	52
FIGURA 12	Imagem gerada pelo instrumento de medição – MMC	55
FIGURA 13	Ilustração das simulações da plataforma de coleta de dados (desenvolvida no software CATIA)	56
FIGURA 14	Foto da plataforma de coleta de dados	56
FIGURA 15	Fluxograma do funcionamento do software	58
FIGURA 16	Fotos de um dos locais de coleta – Parque Barigüí – Curitiba.....	61
FIGURA 17	Fotos de uma coleta de dados.....	62

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1	Divisão da amostra entre os gêneros.....	77
GRÁFICO 2	Histograma etário da amostra pesquisada.....	78
GRÁFICO 3	Histograma da estatura da amostra pesquisada	78
GRÁFICO 4	Histograma da massa da amostra pesquisada	79
GRÁFICO 5	Relação entre as mãos dominantes por gênero	79

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Resultados das medições do objeto de prova.....	66
TABELA 2	Coeficiente de variação dos dados coletados – Fotogrametria	68
TABELA 3	Percentual de erros por número de repetições – Fotogrametria.....	70
TABELA 4	Resultados do teste U de Mann Whitney para todas as variáveis avaliadas.....	71
TABELA 5	Medidas descritivas, erros quadráticos e erros absolutos para todas as variáveis do objeto de prova	73
TABELA 6	Medidas descritivas todas as medidas da mão direita, para todos os indivíduos – Fotogrametria	81
TABELA 7	Medidas descritivas todas as medidas da mão esquerda, para todos os indivíduos - Fotogrametria	82
TABELA 8	Medidas descritivas todas as medidas da mão direita para os indivíduos do sexo masculino – Fotogrametria	83
TABELA 9	Medidas descritivas todas as medidas da mão esquerda para os indivíduos do sexo masculino – Fotogrametria	84
TABELA 10	Medidas descritivas todas as medidas da mão direita para os indivíduos do sexo feminino - Fotogrametria.....	85
TABELA 11	Medidas descritivas todas as medidas da mão esquerda para os indivíduos do sexo feminino	86
TABELA 12	Resultados dos testes Wilcoxon e T - pareado, comparando as medidas da mão direita e esquerda, entre todos os indivíduos.....	88
TABELA 13	Resultados dos testes Wilcoxon e T - pareado, comparando as medidas da mão direita e esquerda, indivíduos do sexo masculino.....	89
TABELA 14	Resultados dos testes Wilcoxon e T - pareado, comparando as medidas da mão direita e esquerda, indivíduos do sexo feminino	89
TABELA 15	Resultados dos testes U de Mann Whitney e T, comparando as medidas da mão direita entre os sexos	91

TABELA 16	Resultados dos testes U de Mann Whitney e T, comparando as medidas da mão esquerda entre os sexos.....	93
TABELA 17	Matriz de correlação pelo método de Spearman relacionando, médias antropométricas das medidas da mão direita todos os indivíduos.....	94
TABELA 18	Matriz de correlação pelo método de Spearman relacionando, médias antropométricas das medidas da mão esquerda de todos os indivíduos.....	95
TABELA 19	Largura da palma da mão - comparativo (mm).....	101
TABELA 20	Comprimento da mão - comparativo (mm).....	102
TABELA 21	Largura proximal do 2º dedo - comparativo (mm).....	103
TABELA 22	Largura distal do 2º dedo - comparativo (mm).....	103
TABELA 23	Largura proximal do 3º dedo - comparativo (mm).....	104
TABELA 24	Largura distal do 3º dedo - comparativo (mm).....	104
TABELA 25	Largura proximal do 4º dedo - comparativo (mm).....	105
TABELA 26	Largura proximal do 5º dedo - comparativo (mm).....	105
TABELA 27	Largura distal do 5º dedo - comparativo (mm).....	106
TABELA 28	Comprimento total do 1º dedo - comparativo (mm).....	106
TABELA 29	Comprimento proximal do 1º dedo - comparativo (mm).....	107
TABELA 30	Comprimento distal do 1º dedo - comparativo (mm).....	107
TABELA 31	Comprimento total do 2º dedo - comparativo (mm).....	108
TABELA 32	Comprimento proximal do 2º dedo - comparativo (mm).....	108
TABELA 33	Comprimento medial do 2º dedo - comparativo (mm).....	109
TABELA 34	Comprimento distal do 2º dedo - comparativo (mm).....	109
TABELA 35	Comprimento total do 3º dedo - comparativo (mm).....	110
TABELA 36	Comprimento proximal do 3º dedo - comparativo (mm).....	110
TABELA 37	Comprimento medial do 3º dedo - comparativo (mm).....	111
TABELA 38	Comprimento distal do 3º dedo - comparativo (mm).....	111
TABELA 39	Comprimento total do 4º dedo - comparativo (mm).....	112
TABELA 40	Comprimento proximal do 4º dedo - comparativo (mm).....	112
TABELA 41	Comprimento medial do 4º dedo - comparativo (mm).....	113
TABELA 42	Comprimento distal do 4º dedo - comparativo (mm).....	113
TABELA 43	Comprimento total do 5º dedo - comparativo (mm)	114
TABELA 44	Comprimento proximal do 5º dedo - comparativo (mm).....	114

TABELA 45	Comprimento medial do 5º dedo - comparativo (mm)	115
TABELA 46	Comprimento distal do 5º dedo - comparativo (mm)	115

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

cm	centímetro
kg	quilograma
LABERGO	Laboratório de ergonomia e usabilidade da Universidade Federal do Paraná
mm	milímetro
m	metro
pixel	Elemento de uma imagem – Picture element
IEA	InternationalErgonomicsAssociation

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 APRESENTAÇÃO	17
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA	19
1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA	19
1.3.1 Objetivo geral	19
1.3.2 Objetivos específicos	19
1.4 HIPÓTESES DE PESQUISA	20
1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	20
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
2.1 ANTROPOMETRIA	21
2.2 USO DA ANTROPOMETRIA NA ERGONOMIA	26
2.3 MÃO HUMANA	28
2.4 COLETA DE DADOS ANTROPOMÉTRICOS	29
2.5 ANTROPOMETRIA DA MÃO HUMANA	32
2.6 PADRÃO OURO	33
2.7 INSTRUMENTOS E MÉTODOS DE MEDIÇÃO	33
2.7.1 MMC	35
2.7.2 Paquímetro	37
2.7.3 Fotogrametria	37
2.8 ERROS ESPERADOS	38
2.9 DETERMINANDO A AMOSTRA	40
2.10 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA CONFIABILIDADE DO INSTRUMENTO DE MEDIÇÃO	40
2.11 CONSTRUÇÃO DE DADOS ANTROPOMÉTRICOS	43
2.12 TESTES ESTATÍSTICOS	45
2.13 CONCLUSÃO DA REVISÃO DE LITERATURA	49
3 METODOLOGIA	50
3.1 ESTUDO COMPARATIVO E VALIDAÇÃO DO MÉTODO DE COLETA DE DADOS	50
3.1.1 Construção do objeto de prova	51
3.1.2 Determinação das variáveis de medição	52
3.1.3 Medição com MMC – Padrão Ouro	54

3.1.4 Medição com paquímetro	55
3.1.5 Medição através da fotogrametria	55
3.1.5.1 <i>Desenvolvimento da plataforma de coleta de dados</i>	56
3.1.5.2 <i>Construção da escala</i>	57
3.1.5.3 <i>Utilização do software de medição</i>	57
3.1.5.4 <i>Validação da metodologia de coleta</i>	59
3.1.5.5 <i>Mensuração do objeto de prova</i>	59
3.1.6 Validação do método de coleta através da fotogrametria	59
3.1.7 Estudo comparativo entre métodos de medição	59
3.2 ESTUDO DA POPULAÇÃO	60
3.2.1 Definição da amostra	60
3.2.2 Coleta de imagens da amostra	60
3.2.2.1 <i>Locais de coleta</i>	60
3.2.2.2 <i>Realização das coletas</i>	61
3.2.2.3 <i>Dados coletados in loco</i>	62
3.2.2.4 <i>Capturando as imagens</i>	63
3.2.2.5 <i>Identificando a amostra</i>	63
3.2.3 Coleta de dados antropométricos através da fotogrametria	63
3.2.4 Análise estatística dos dados.....	64
3.2.4.1 <i>Análise descritiva</i>	64
3.2.4.2 <i>Testes de comparação bivariados</i>	64
3.2.4.3 <i>Análise comparativa</i>	64
3.3 CONCLUSÃO DA METODOLOGIA	65
4 RESULTADOS	66
4.1 VALIDAÇÃO DO MÉTODO DE COLETA – FOTOGRAMETRIA	67
4.2 ESTUDO COMPARATIVO ENTRE MÉTODOS DE MEDIÇÃO	71
4.2.1 Quanto a utilização dos métodos	74
4.3 ESTUDO ANTROPOMÉTRICO POPULACIONAL	76
4.3.1 Análise descritiva da população	77
4.3.2 Testes de comparações bivariados	87
4.3.3 Análise de correlação	94
5 DISCUSSÃO	96
6 CONCLUSÃO	116
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	118

APÊNDICE 1: Relatório gerado pela MMC	122
APÊNDICE 2: Cartaz do LABERGO	125
APÊNDICE 3: Cartaz de orientação da pesquisa	126
APÊNDICE 4: Exemplo do termo de consentimento	127
APÊNDICE 5: Cartaz de orientação aos voluntários	128

1 INTRODUÇÃO

Antropometria define-se como uma técnica sistematizada utilizada para medir as dimensões corporais como o alcance, comprimento e circunferência dos segmentos corpóreos, largura e altura, entre outros (BARROSO et al, 2005). Os dados obtidos são fundamentais para fabricação de produtos, bem como, para se projetar um local de trabalho seguro e eficiente, ferramentas e equipamentos utilizados nas atividades ocupacionais. Os benefícios da aplicação desses dados nos estágios iniciais do processo de produção são amplamente reconhecidos (DEMPSEY et al, 2005).

1.1 APRESENTAÇÃO

Medidas antropométricas são estudadas por várias razões há muito tempo. Porém, apenas depois da Segunda Guerra Mundial essas medidas têm sido mais utilizadas para se projetar equipamentos e locais de trabalho (BOLSTAD, BENUM; ROKNE, 2001). Desde esta época estes estudos visavam determinar algumas grandezas antropométricas médias, porém a demanda do mercado de equipamentos e vestuário tem solicitando maiores detalhes (IIDA, 2005)

A produção em massa de vestuário e equipamentos faz com que a indústria necessite cada vez mais de dados detalhados e confiáveis, tal demanda deve-se pela crescente tendência da produção de produtos “mundiais” aqueles que se adaptam a qualquer população, isso além de diminuir custos facilita todo o processo produtivo (IIDA, 2005)

Pesquisas, relatos ou documentos com medições antropométricas, são gerados de tempos em tempos, e aglutinados em publicações como o *Aduldata – The Handbook of Adult Anthropometric and Strength Measurements* publicado em 2000 pelo *Institute for Occupational Ergonomics* da Inglaterra. Este importante livro contém tabelas antropométricas baseadas em 34 autores e apresentam dados de 11 nações, sendo elas Inglaterra, França, Alemanha, Itália, Japão, Sri Lanka, China, Suécia, Estados Unidos da América, Países Baixos e Brasil (PEEBLES; NORRIS, 2000).

Segundo Lida (2005), não existem no Brasil medidas abrangentes e confiáveis da população, porém referencia que já foram realizados estudos, em geral restritos a determinadas regiões ou ocupações profissionais. Destaca ainda alguns levantamentos antropométricos já realizados no país, como o de Couto (1995) do Instituto Nacional de Tecnologia (1998) e de Barros (2004). Couto (1995) apresenta dados de levantamentos antropométricos realizados no ABC Paulista, onde foram entrevistados e medidos 400 trabalhadores da indústria e 100 de escritórios. Estudos com amostras pequenas que não representam a população. Os estudos do Instituto Nacional de Tecnologia se basearam em 26 empresas industriais do Rio de Janeiro, totalizando 3100 trabalhadores, apenas homens adultos e os seus dados serviram de base para as publicações de Pheasant (1996) que foram citados por Peebles e Norris (2000). O trabalho de Barros (2004) citado por Lida (2005) mensurou 19 variáveis de 200 pessoas entre 18 e 65 anos.

A ausência de dados de coleta direta favorecem a utilização de tabelas de aproximação nem sempre confiáveis, Pheasant (1996) destaca que mesmo numa coleta direta de antropometria é virtualmente impossível alcançar uma acurácia menor do que 5 mm, e este erro é insignificante comparado aos resultados encontrados em tabelas e dados de aproximação. Relata ainda que na prática diária da ergonomia as especificações de antropometria exigem acurácia de 25 mm, portanto erros inferiores a estes valores não comprometem os resultados nem sua aplicabilidade.

O desenvolvimento de mobiliário e equipamentos de trabalho dimensionados adequadamente ou considerados com design ergonômico para a população trabalhadora depende do conhecimento dos dados antropométricos (PHEASANT, 1996). A construção de instrumentos, comandos ou equipamentos que sejam utilizados com a mão humana devem considerar no mínimo a forma e o tamanho da mão, dos dedos, do polegar, da palma e do punho (ROEBUCK, 1993).

No entender de Pheasant (1996) todo projeto de desenvolvimento deve considerar o usuário, a tarefa e o objeto, desta maneira equipamentos que sejam utilizados pelas mãos devem considerar as medidas da mão humana.

Quando se observa as amostras utilizadas nos levantamentos brasileiros nota-se de fato a inexistência de pesquisas amplas contemplando ambos os gêneros. Desta maneira entende-se que o esforço em validar metodologias que possibilitem facilidade de coleta e precisão nos dados se justifica, tanto para ampliar

a base de conhecimentos de tecnologia para estas coletas quanto para contribuir com dados antropométricos nacionais.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Considerando que para se desenvolver uma ferramenta de uso manual deva-se levar em conta além da tarefa que será realizada o usuário e as características de sua mão. Observando as poucas publicações com dados antropométricos da mão humana. E tomando por base a necessidade de desenvolver técnicas com aplicação em grandes coleta de dados. Questiona-se se a utilização de técnica de coleta de dados através da fotogrametria é viável e se oferece dados precisos (até 5% de erro).

1.3 OBJETIVOS DA PESQUISA

Este trabalho foi construído focado em avaliar o uso da técnica de fotogrametria em coleta de dados da mão humana, e almejando desenvolver esta técnica de coleta avaliando seu uso em grandes populações.

1.3.1 Objetivo geral

Avaliar a precisão dos dados obtidos através da fotogrametria digital e o seu uso em coleta de dados antropométricos em populações.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Validar a fotogrametria comparando-a com o paquímetro e um referencial padrão (ouro) nas medições de um objeto de prova.
- b) Desenvolver técnica e procedimentos de medição antropométrica da mão humana com o uso da fotogrametria digital.
- c) Construir tabelas antropométricas de uma população a partir da coleta com a fotogrametria e compará-las às encontradas na literatura para validar o uso da fotogrametria em coleta de dados de população.

1.4 HIPÓTESES DE PESQUISA

- a) Os dados obtidos através da fotogrametria digital possibilitam erros inferiores a 5%.
- b) O uso de fotogrametria digital é viável para coleta de dados antropométricos de grandes populações.

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação está organizada em seis capítulos ordenados conforme a sequência lógica do desenvolvimento do trabalho. No capítulo 1 – Introdução, constam as reflexões que levaram ao desenvolvimento deste trabalho, suas justificativas, o problema de pesquisa, os objetivos e a descrição da estrutura da dissertação. No capítulo 2 apresenta-se o estado da arte nesta temática, a revisão bibliográfica, ordenada por conceitos entendidos como importantes para a ampliação do entendimento do problema e para a construção da metodologia proposta, assim como das formas de se avaliar e compreender os resultados buscados. O terceiro capítulo contém uma detalhada descrição da metodologia, citando passo a passo todas as etapas realizadas para a discussão de cada objetivo deste trabalho, neste capítulo seguiu-se a ordem cronológica de experiências que foram realizadas, pois entende-se que as informações ali descritas possibilitam a reprodutibilidade deste trabalho sem maiores dificuldades. No capítulo 4 constam os resultados obtidos nos testes de validação e ensaios realizados, da mesma maneira com a descrição da amostra de uma população, detalhando as medições de forma a contemplar cada um dos objetivos e buscar evidenciar as respostas para as hipóteses. Já o capítulo 5 foi construído seguindo a mesma sequência da apresentação dos resultados, porém buscando debater com a escassa literatura encontrada os dados evidenciados neste trabalho, além de apresentar as tabelas de população de maneira comparada com vários autores. O capítulo 6 conclui o trabalho apresentando a culminação dos objetivos e as respostas para cada uma das hipóteses. Além de apresentar contribuições para a continuidade deste trabalho ou de outros que tenham os mesmos objetivos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Desde muito tempo, o homem tem a necessidade de estudar e classificar o corpo humano em seus mais distintos aspectos morfológicos, seja por razões estéticas ou imperativos puramente materiais e concretos. O ser humano sempre se preocupou pela forma, proporção e composição de seu corpo, sobretudo porque desde muito cedo, o homem intuiu que a capacidade de realizar qualquer trabalho ou exercício físico estava intimamente relacionada com a quantidade e proporção que existia entre os diferentes tecidos do seu organismo.

2.1 ANTROPOMETRIA

Antropometria pode ser definida como uma técnica sistematizada utilizada para medir as dimensões corporais como o alcance, comprimento e circunferência dos segmentos corpóreos, largura e altura, entre outros (BARROSO et al, 2005).

Os dados obtidos na antropometria são fundamentais para a fabricação de produtos, bem como, para se projetar um local de trabalho seguro e eficiente, ferramentas e equipamentos utilizados nas atividades ocupacionais. Os benefícios da aplicação desses dados nos estágios iniciais do processo de produção são amplamente reconhecidos (DEWANGAN; OWARY; DATTA, 2008; DEMPSEY et al, 2005).

No entender de Rodrigues - Añez (2001), a antropometria é o ramo das ciências humanas que estuda as medidas do corpo, particularmente o tamanho e a forma. Norton e Olds (2005) afirmam que, assim como qualquer outra ciência, depende da fidelidade às regras de medição determinadas pelos padrões nacionais e internacionais. Ressaltam ainda que as dimensões corporais são medidas pelos mais diversos motivos. Destacam ainda a relação com a psicologia e imagem corporal, a ergonomia sendo utilizada para o design do local de trabalho, no desempenho esportivo, e na relação com a saúde e composição corporal. Em todos os casos, relatam os autores ser determinante o conhecimento das ferramentas e a determinação do objetivo da coleta.

Medidas antropométricas são estudadas por várias razões há muito tempo. Porém, apenas depois da Segunda Guerra Mundial essas medidas têm sido mais

utilizadas para se projetar equipamentos e locais de trabalho (BENUM; BOLSTAD; ROKNE, 2001).

Roebuck (1993) alega que antropometria é a ciência de mensuração e a arte do conhecimento da geometria humana, da massa e da capacidade de força. Relata ainda que a palavra antropometria deriva do Grego *anthropos* = homem e *metrikos* = medida. Por isto poderíamos defini-la como a parte da antropologia que estuda as proporções e medidas do corpo humano. Michels (2000) e Rodrigues-Añez (2001) destacam a antropometria como o ramo das ciências humanas que estuda as medidas do corpo, particularmente o tamanho e a forma (BOLSTAD; BENUM; ROKNE, 2001; IIDA, 2005; NORTON; OLDS, 2005).

Roebuck (1993) destaca a grande variedade de utilizações da antropometria, ressaltando a criminologia, prática médica, seleção de pessoal, e enfatiza a aplicação destes conhecimentos no design.

O reconhecimento dos biótipos remonta-se a tempos bíblicos e o nome de muitas unidades de medida, utilizadas hoje em dia, é derivado de segmentos do corpo humano (RODRIGUES-AÑEZ, 2001).

Em um estudo da história da cineantropometria, Petroski (1999) descreve os passos da antropometria começando por alegar que a mesma, é parte fundamental da cineantropometria, e tem sua origem nas Artes, embuídas da filosofia pitagórica, da assimetria e da harmonia. O autor referencia ainda a relação com a antiga Índia, Egito e Grécia, que utilizavam partes do corpo humano como padrão de medida. Nesta época se entendia ainda que deveria ser utilizada uma parte apenas como padrão, demonstrando desde tempos remotos a necessidade da existência de um padrão, como os antigos egípcios que adotavam o dedo médio, e os gregos a altura da cabeça, como referência padrão.

Desta maneira, o início do culto à forma física como sinônimo de beleza e estética pelos gregos dependia de formas perfeitas assim como os deuses que cultuavam. Protágoras, um filósofo grego do Século V a.C. afirmava que "o homem é a medida padrão de todas as coisas". Neste sentido, muitos povos chegaram a usar partes do corpo como padrão e unidade de medida, e ainda hoje algumas dessas unidades são muito utilizadas, como: pé, braça e a polegada. (PEREIRA NETO, 1992).

Policleto, com a escultura que chamou de *Daryphoros* ou "*Speer Thrower*" lançador de dardo, desenvolvida no Século V a.C, representou a perfeição absoluta

da forma masculina, a partir da seleção e superposição de partes anatômicas de vinte indivíduos, sendo mais tarde considerada a primeira representação do modelo cineantropométrico (Petroski, 1999). O mesmo autor destaca a cronologia de fatos que favoreceram aos estudos atuais de cineantropometria, começando pelo ano 15 d.C, quando Marcus Vitruvius Pollio, um arquiteto e teorista romano, ao escrever um tratado sobre a proporção humana, defendeu o corpo humano como modelo da medida, do número e da simetria. Marco Pólo entre 1273 e 1295, em diversas viagens pelo mundo, constatou a existência de diversas raças, povos e culturas, observando que esses povos diferiam muito em estrutura corporal e tamanho.

Leonardo Da Vinci (1452-1519), baseado no desenho do arquiteto romano Marcus Vitruvius (15 a.C.), desenhou as proporções da figura humana, onde o umbigo era o centro do corpo. A idéia era então traçar um círculo com o eixo no umbigo, em torno de um homem em decúbito supino com os braços e pernas estendidos, o homem vitruviano (Fig. 1), também chamados de Cânone das Proporções. Supõe-se que a distância entre a extremidade distal dos dedos, o vértex e a planta dos pés é a mesma, formando um quadrado. Estas análises demonstravam que o corpo humano podia ser dividido em oito partes ou secções iguais. A distância entre o vértex e o queixo era $1/8$ da estatura, desde o queixo até a porção distal do quadril há três cabeças e a partir daí em sentido distal há quatro cabeças. O umbigo está a uns $5/8$ da altura. A distância entre os olhos é o espaço da diferença de um terceiro olho.. Pode se observar que área total do círculo é idêntica a área total do quadrado e que este desenho pode ser utilizado para calcular o valor de 'phi' ($=1,618$) (PETROSKI, 1999; ROSA; RODRIGUES-AÑES, 2002).

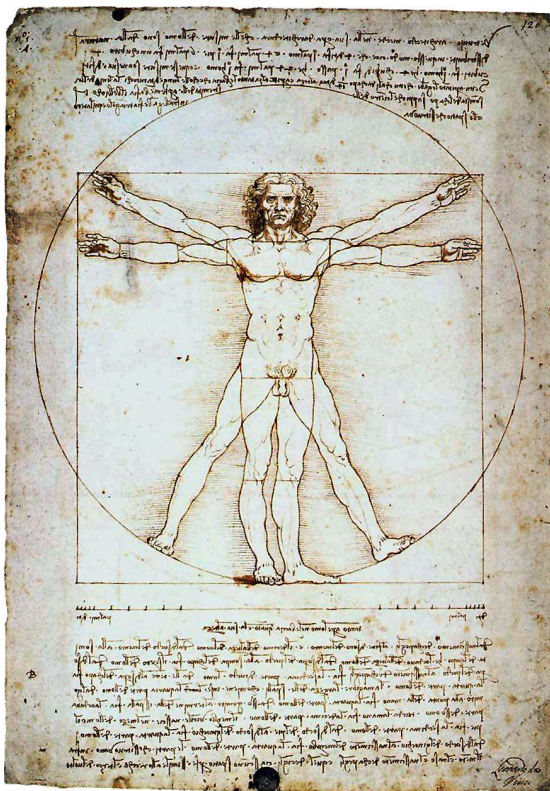


Figura 1 – Homem Vitruviano – Leonardo da Vinci - 1490

Petroski (1999), descreve em seu trabalho os primórdios da Antropometria Científica, citando vários investigadores. Durante a renascença, Albrecht Durer (1471-1528), ao publicar a obra "Four Books of Human Proportions", marcou o início da Antropometria Científica. O mesmo autor destaca que no século 18 Linné (1707-1778), Buffon (1707-1788) e White (1729-1813), descreveram aquilo que Marco Pólo já havia constatado, as diferenças nas proporções corporais entre as raças humanas, formalizaram, ainda, a classificação do homem no sistema zoológico. É atribuída a eles a criação da chamada "Antropologia Racial Comparativa". Quetelet (1786-1874), ao descobrir a utilização da curva normal de Gauss nos modelos estatísticos para análises em fenômenos biológicos como os estudos antropométricos, foi considerado o pai da antropometria. Em 1860, Cronwell estudou o crescimento de escolares de 8 a 18 anos, de Manchester, e descobriu que, em geral, as meninas eram mais altas e mais pesadas que os meninos, entre as idades de 11 e 14 anos; a partir daí, os meninos tornaram-se mais altos e mais pesados. No continente americano, o primeiro estudo antropométrico aplicado à educação física foi realizado pelo Dr. Edward Hitchcock, em 1861, em Amherst, na Universidade de Amherst, Massachussets, USA. Ele mensurou peso, estatura, circunferências e força

de braços dos estudantes, bem como desenvolveu tabelas que mostravam resultados médios destas variáveis, na qual o próprio estudante poderia plotar e interpretar seus dados. O termo Antropometria parece ter sido usado pela primeira vez no seu sentido contemporâneo, em 1659, na tese de graduação do alemão Elshaltz em seu estudo, "Antropometria - da mútua proporção dos membros do corpo humano: questões atuais de harmonia", era inspirado nas leituras de Pitágoras e Platão, e da filosofia médica de sua época. Descreve ainda que o avanço da Antropometria, como ciência, aconteceu no final do século passado e começo deste, com a definição dos pontos anatômicos, os quais foram estudados, discutidos e padronizados, para realizar as medidas antropométricas. Em 1906, no I Congresso Internacional de Antropologistas, 38 dimensões de cadáveres e 19 medidas da cabeça e face foram padronizadas. Já, por ocasião da realização do II Congresso Internacional, em 1912, foram padronizadas medidas do corpo humano vivo.

A importância das medidas antropométricas ganhou especial interesse na década de 40, provocada de um lado pela necessidade da produção em massa, pois um produto mal dimensionado poderia provocar a elevação dos custos e por outro, devido ao surgimento dos sistemas de trabalho complexos onde o desempenho humano é crítico e o desenvolvimento desses sistemas depende das dimensões antropométricas dos seus operadores (BOLSTAD; BENUM; ROKNE, 2001; RODRIGUES-AÑEZ, 2001).

Nesta mesma década também ganhou força a utilização da antropometria nas aplicações comerciais como no desenvolvimento de veículos, roupas e equipamentos (ROEBUCK, 1993). Entretanto, a maior parte das publicações descrevem homens, militares e atletas, tornando-se muito importante o desenvolvimento de dados da população em geral (BOLSTAD; BENUM; ROKNE, 2001).

Em 1948, com o projeto da cápsula espacial norte-americana, nasce o conceito de ergonomia moderna, pois foi necessário fazer um replanejamento de tempos e meios para se fazer a viagem ao espaço, em decorrência do desconforto que passaram os astronautas no primeiro protótipo. Surge assim, através da antropometria, o conceito de que o fundamental não é adaptar o homem ao trabalho, mas procurar adaptar as condições de trabalho ao ser humano. Em suma a antropometria é o maior componente da legitimidade da boa prática da ergonomia (PANERO; ZELNIK, 1991).

Para Roebuck (1975), esta necessidade de estabelecer as relações espaciais, e considerando que a relação entre a ergonomia e antropometria não é apenas a dos comprimentos dos membros, outrossim, deve considerar a movimentação do ser humano, o conhecimento destas medidas e alcances através das coordenadas deve ser fator decisivo na construção de postos de trabalho. Desta maneira, ressalta que as relações entre a antropometria, a biomecânica e a engenharia antropométrica são estreitas e inter-relacionadas, o que torna difícil a delimitação, porém sempre deve-se ter como objetivo favorecer o ser humano a atingir suas capacidades.

2.2 USO DA ANTROPOMETRIA NA ERGONOMIA

Provavelmente a ergonomia começou a existir quando o homem pré-histórico ao escolher a pedra que melhor se adaptasse à forma e movimentos da sua mão, para usá-la como arma, para caçar, cortar e esmagar (IIDA, 2005).

Wisner (1987) definiu ergonomia “como um conjunto de conhecimentos relativos ao homem e necessários para a concepção de ferramentas, máquinas e dispositivos que possam ser utilizados com o máximo conforto” (p.12).

Segundo Couto (1995) a ergonomia evoluiu dos esforços do homem em adaptar ferramentas, armas e utensílios às suas necessidades e características.

Iida (2005) define ergonomia como a adaptação do trabalho ao homem, no aspecto mais amplo de trabalho, que contempla toda a situação onde ocorra atividade produtiva pelo homem, considera os aspectos físicos, cognitivos e organizacionais. Este mesmo autor amplia o debate citando o conceito da *Ergonomics Society* da Inglaterra: “Ergonomia é o estudo do relacionamento entre o homem e o seu trabalho, equipamento, ambiente, e particularmente, a aplicação dos conhecimentos de anatomia, fisiologia, e psicologia na solução de problemas que surgem desse relacionamento”. Também, cita a definição da ABERGO – Associação Brasileira de Ergonomia que adota como definição: “Entende-se por ergonomia o estudo das interações das pessoas com a tecnologia, a organização e o ambiente, objetivando intervenções e projetos que visem melhorar, de forma integrada e não dissociada, a segurança, o conforto, o bem estar e a eficácia das atividades humanas”. Soma-se a estes o conceito citado pelo mesmo autor e empregado pela IEA – *International Ergonomics Association* onde: “Ergonomia (ou fatores humanos) é a disciplina científica, que estuda as interações entre os seres humanos e outros

elementos do sistema, e a profissão que aplica teorias, princípios, dados e métodos, a projetos que visem otimizar o bem estar humano e o desempenho global de sistemas”.

Para Moraes e Montalvão (2000), no decorrer do amadurecimento do conceito de ergonomia e sua contextualização outros termos como *human factors engineering* (engenharia dos fatores humanos), *engineering psychology* (engenharia psicológica ou ainda ergopsicologia), *man-machine engineering* (engenharia homem-máquina) e *human performance engineering* (engenharia do desempenho humano) foram empregados para delimitar e/ou definir sua abrangência. Os mesmos autores relatam ainda que a única tecnologia da ergonomia é a da interface homem-sistema, e que como ciência trata de desenvolver conhecimentos sobre as capacidades, limites e outras características do desempenho humano, como prática destacam que a ergonomia compreende a aplicação de tecnologia da interface homem-sistema a projetos ou modificações de sistema para melhorar a condição de trabalho.

Desta maneira a dimensão dos problemas a serem considerados quando se trata de adaptar a tecnologia à população é tamanha que o estudo do ambiente, no que concerne aos aspectos técnicos, econômicos, sociais, demográficos, e antropológicos, não representam mais tão somente um pré-requisito do estudo ergonômico e sim uma parte integrante do todo (WISNER, 1997)

Objetivando delimitar a ergonomia lida (2005) aponta três características específicas do sistema tais como: ergonomia física, ergonomia cognitiva.e ergonomia organizacional.

Moraes e Montalvão (2000) destacam que a ergonomia não estuda o homem isolado nem a máquina isolada, buscando o enfoque sistêmico com a visão do sistema homem-máquina como um sistema aberto.

Reforçado por Kroemer e Grandjean (2005) ao alegarem que “um sistema humano-máquina significa que os ser humano e a máquina mantém uma relação recíproca”. Destacam ainda a importância do estudo das interfaces físicas dos controles, e o conhecimento das capacidades do ser humano.

2.3 MÃO HUMANA

A mão humana se destaca pela sua versatilidade de movimentos e a capacidade de realizar a preensão tanto palmar utilizando a palma da mão em conjunto com os dedos quanto digitais na qual participam apenas as pontas dos mesmos. Conforme apresenta a figura 2, em sua conformação anatômica, a mão humana é formada por 27 ossos que se articulam entre si em 40 articulações distribuídas desde os ossos do carpo até as falanges distais. Suas extremidades são; proximal ao corpo, onde se observa a linha do punho, região que delimita o início da mão e a localização dos ossos do carpo; distalmente considera-se a extremidade do 3º dedo ou tuberosidade distal da falange distal do 3º dedo. No eixo transversal as extremidades da palma da mão são medialmente a cabeça do 2º metacarpo e lateralmente a cabeça do 5º metacarpo. Com a exceção do primeiro dedo que possui apenas duas falanges, cada um dos outros 4 dedos é constituído por 3 falanges que se relacionam em articulações do tipo gínglimo realizando apenas flexão e extensão. Estas falanges são denominadas proximais, mediais e distais de acordo com sua posição em relação ao centro do corpo do indivíduo. Estas articulações são referências pelas pregas formadas pela movimentação dos dedos, sendo também este local o de maior largura dos dedos graças à presença da articulação. Já a articulação metacarpo-falangeana do 1º dedo é do tipo selar, e da mesma maneira é acusada através da sua respectiva prega (GREULICH; PYLE, 1959; PUTZ; PABST, 1993).

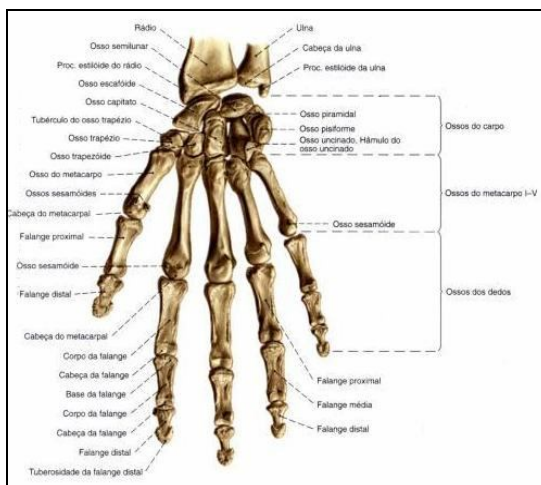


Figura 2 – Ossos da Mão (Putz & Pabst, 1993)

2.4 COLETA DE DADOS ANTROPOMÉTRICOS

No entender de Lida (2005), toda pesquisa antropométrica além de contar com um número significativo da amostra deve levar em consideração os objetivos, ou seja, definir onde e para quê serão utilizadas as medidas antropométricas, definir se serão dados estáticos ou dinâmicos, e a escolha das variáveis a serem mensuradas. Quanto à antropometria dinâmica, relata que se trata da medição dos alcances dos movimentos realizados pelo indivíduo, devendo-se considerar os movimentos isolados de cada parte do corpo mantendo o restante estático. Antropometria estática é aquela em que as medidas se referem ao corpo parado ou com poucos movimentos e as medições realizam-se entre pontos anatômicos claramente identificados. Ela deve ser aplicada ao projeto de objetos sem partes móveis ou com pouca mobilidade, como no caso do mobiliário em geral. A maior parte das tabelas existentes é de antropometria estática. O seu uso é recomendado apenas para projetos em que o homem executa poucos movimentos.

Roebuck (1993), destaca a existência de uma grande variedade de procedimentos e instrumentos para medições antropométricas, o que segundo o autor dificulta a classificação e descrição de forma ampla e completa. Relata ainda que existem os métodos de medição direta, que muitas vezes não são aplicáveis pelos custos e dificuldades, e os métodos de medição indireta através de Raio X, fotografia, ultrassom e outros meios eletrônicos.

Quanto aos métodos de medição, Lida (2005) cita como métodos diretos aqueles em que os instrumentos entram em contato direto com o indivíduo da amostra, tais como réguas, trenas, fitas métricas, raios laser, esquadros, paquímetros transferidores, balanças, dinamômetros, entre outros. Podem segundo o mesmo autor ser tomadas medidas lineares, angulares, pesos, forças e outras. Destaca ainda as medições indiretas como sendo as que em geral utilizam de fotos do objeto, do corpo ou partes dele contra uma malha quadriculada. Cita que pode ser utilizado como variante traçar o contorno da sombra projetada sobre um anteparo transparente, sendo as medidas tomadas com base nestas imagens, em ambos os casos pode ocorrer uma correção de paralaxe. Relata ainda a existência de softwares que auxiliam as medições através de fotografias digitais citando como exemplo o *Digita* que se propõe a mensurar distâncias através de fotografias, porém possui interface de trabalho pouco amigável.

lida (2005) e Roebuck(1993) afirmam que para a realização das medições podem ser utilizados medidores (pessoas que realizam as medidas) desde que estes recebem treinamento prévio, abrangendo os conhecimentos básicos de anatomia humana, reconhecimento de posturas, identificação dos pontos de medida e o uso correto dos instrumentos de mensuração, e antes de realizar a coleta propriamente dita deve ser realizado testes medindo um grupo de sujeitos e avaliando a consistência dos dados obtidos.

Petroski (1999) descreveu as seguintes técnicas para a realização de cada coleta de dados antropométricos:

1 - Massa corporal;

a) material : Balança com precisão de 100 gr;

b) posicionamento:

- avaliador em pé de frente para a escala de medida,
- avaliado em posição ortostática de frente para o avaliador.

c) procedimento:

- o avaliado sobe na plataforma da balança, realiza-se apenas uma medida.

2 - Estatura

a) material – estadiometro ou fita métrica adaptada com hastes com precisão de 1 mm;

b) Posicionamento:

- avaliador em pé ao lado do avaliado,
- avaliado em posição ortostática, pés descalços e unidos, procurando por em contato com o instrumento de medida, as superfícies posteriores do calcanhar, cintura pélvica, cintura escapular e região occipital, cabeça no plano de Frankfurt.

c) Procedimento:

- Deslizar o cursor (toesa) em ângulo de 90 graus em relação a escala, toca no ponto mais alto da cabeça ao final de uma inspiração.

3 - Comprimento da mão

a) material : Paquímetro ou fita métrica com escala de 1 mm;

b) posicionamento:

- avaliador ao lado do avaliado,
- avaliado em posição ortostática com antebraço flexionado, formando um ângulo de 90° com o braço ao lado do tronco, as palmas das mãos devem estar voltados para cima e dedos estendidos.

c) Procedimento:

- posiciona uma das hastes no estílio e outra no dactílio.

Norton e Olds (2005), referenciam que para a realização da medição da estatura deve-se utilizar um estadiometro fixado numa parede e usado em conjunto com um esquadro em ângulo reto com a escala, a superfície do chão deve ser firme e nivelada. O estadiometro deve possuir uma precisão mínima de 1 mm. Para pesquisas de campo é aceito como último recurso um pedaço de papel colado numa parede lisa e a realização da medida com uma fita métrica de aço. Já para a medição da massa corporal – peso, o equipamento de escolha é uma balança com precisão de 100g. O avaliado deve ser orientado a retirar a maior parte possível de roupa, subir na plataforma da balança e posicionar-se no centro desta e manter-se com o peso bem distribuído. Para mensuração do comprimento da mão sugerem a utilização das seguintes referências anatômicas: a) Estiloidal médio – comprimento da mão; b) Linha horizontal ao nível estiloidal, formada pela prega do punho; c) Dactílio; d) Ponta do terceiro dedo.

Roebuck (1993) relata a existência de vários métodos de coleta indireta através de fotografia ou vídeos. Para estudos de antropometria com fotografias

destaca a importância de cuidados quanto ao posicionamento e orientação da câmera. Ressalta ainda que este método é vulnerável aos erros de paralaxe.

2.5 ANTROPOMETRIA DA MÃO HUMANA

Petroski (1999) destaca que para a realização de medidas antropométricas deve-se seguir uma metodologia definida internacionalmente, a fim de que os resultados publicados sejam claramente entendidos e possam ser utilizados por outros autores.

Pheasant (1996), Rosa e Rodrigues-Añes (2002), Norton e Olds (2005), sugerem que para medições da mão sejam utilizadas as seguintes referências:

- 1 - Largura da palma da mão – conforme figura 3

Mensurada das extremidades da palma da mão no sentido transverso ao eixo da mão, tendo como referência as extremidades das cabeças do 2º e 5º osso metacarpo, considerando suas faces externas;

- 2 - Comprimento total da mão – conforme figura 3

Comprimento total do eixo da mão, medido desde a prega do punho até a extremidade distal do 3º dedo.

- 3 - Largura dos dedos - conforme figura 4

Largura mensurada na linha das articulações interfalangeanas

- 4 – Comprimento dos dedos - conforme figura 5

Comprimento de cada falange e total do dedo

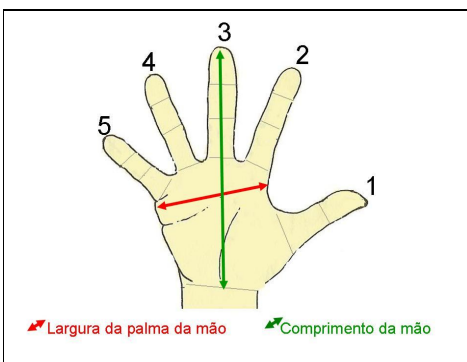


Figura 3 – Ilustração das medições do comprimento e largura da mão (adaptado de Peebles e Noris, 2000)

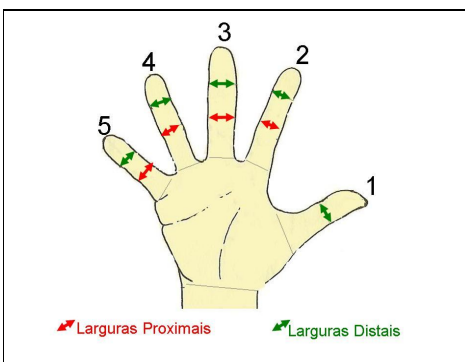


Figura 4 – Ilustração das medições de largura dos dedos (adaptado de Peebles e Noris, 2000)

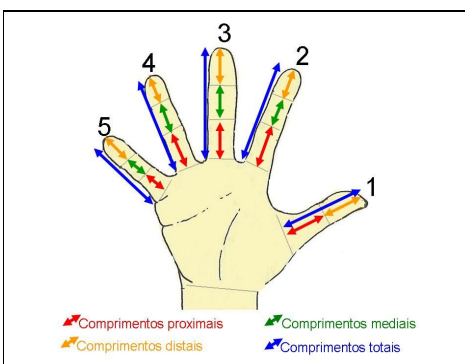


Figura 5 – Ilustração das medições de comprimento dos dedos (adaptado de Peebles e Noris, 2000)

Nesta linha de trabalho, Peebles e Norris (2000) indicam que as coletas de antropometria devem ser realizadas de maneira segmentar, ou seja cada variável deve ter sua técnica de coleta.

2.6 PADRÃO OURO

A avaliação do desempenho de um teste (acurácia) depende da maneira como se sabe se as medidas estão verdadeiramente presente ou ausente. Para isto é necessário selecionar o teste que será considerado padrão de referência da verdade, denominado “*Gold Standard*”, ou seja padrão ouro. O teste padrão ouro pode ser um exame simples ou complexo, dispendioso, arriscado e, freqüentemente, até não ser verdadeiro. (CLAYTON *et al.*, 2005).

2.7 INSTRUMENTOS E MÉTODOS DE MEDIÇÃO

Em 1875, firmou-se um tratado internacional do sistema métrico. Em 1876, fabricaram-se protótipos de padrões de metro, para as nações que participaram do

tratado: 32 barras com 90% de platina e 10% de irídio a trabalharem a uma temperatura de 20°C. Em 1889, denominou-se o metro de arquivo, guardado no Bureau International de Poids et Mesures. Em 1927 definiu-se na 7ª Conferência Internacional de Pesos e Medidas, o metro, como 155314,13 vezes o comprimento de onda da luz do cádmio. Em 1960, a citada conferência, adotou novo valor para o metro: 1650763,73 vezes o comprimento de onda do criptônio, no vácuo. Finalmente, em 1983, a 17ª Conferência Geral de Pesos e Medidas, fixou o valor do metro no percurso da luz, no vácuo, no tempo de $1/99792458$ do segundo. (INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial) resolução 3/84 (GONZALEZ; VASQUEZ; RAMON, 1995).

O sistema de unidades de medidas foi criado no final do século XVIII, na França. Com a unificação dos sistemas em 1960, na XI CGPM, para o SI, passou-se a ter as unidades utilizadas até hoje. Sendo utilizado como unidade de medida de comprimento temos: o metro, com a definição já citada e símbolo m. Os submúltiplos mais utilizados são o decímetro, de símbolo dm, equivalente a 0,1m, o centímetro, de símbolo cm, que vale 0,01m, o milímetro de símbolo mm, valendo 0,001 m e o micrômetro, de símbolo μm que equivale a 0,000001m ou 0,001mm (GONZALEZ; VASQUEZ; RAMON, 1995)

Segundo o mesmo autor a metrologia é a ciência que trata das medidas, dos sistemas de unidades, dos instrumentos de medição e da interpretação dos resultados. Estuda as técnicas utilizadas para obtenção das medidas. Medir é comparar o resultado obtido com o valor de um padrão determinado, avaliando quantas vezes está contido no mesmo.

Gonzalez; Vasquez e Ramon (1995) destacam ainda que a medição linear pode ser direta com instrumentos como régua graduada, metro, medidor de altura, paquímetro, micrometro, bloco padrão e calibrador ou indireta com comparador mecânico, ótico, régua ótica, rugosímetro, nível, máquina de medição por coordenadas, etc.

Erros na medição

A variação dos valores obtidos na repetição na operação de medição é chamada erro de medição. Pode ter várias causas, como: operador de medição, grau de treinamento do operador de medição, aparelho, máquina ou instrumento utilizado, condições ambientais e outras.

Medidas do erro:

Incerteza = valor máximo - valor mínimo Conforme o Guide to the expression of uncertainty in measurement (1993).

Erro absoluto = valor lido – valor convencional verdadeiro

Erro relativo = erro absoluto / valor convencional verdadeiro (%)

Origens prováveis de erros:

- a) instrumento ou equipamento de medição: inadequação, defeito de fabricação, deformações, má calibração, desgaste por uso, pressão de medição excessiva, etc.
- b) operador ou método: falta de preparo ou experiência, falta de acuidade visual, descuido, cansaço, etc.
- c) outros: pontos de apoio e sistema de fixação da peça, distorção, posicionamento, condições ambientais, umidade, pó, etc.
- d) temperatura: dilatação e contração.
- e) paralaxe: posição visual do operador não perpendicular ao ponto de leitura.

2.7.1 MMC

Máquina de Medição por Coordenadas (MMC) - Coordinate Measuring Machine (CMM) apresentado na figura 6. Primeiramente, utilizada industrialmente, em 1960, foi desenvolvida pela Mitutoyo, em 1968, no Japão. Atualmente, muito utilizada na indústria de transformação metal-mecânica, utilizando-se da programação CNC (Computer Numerically Controled), tendo garantido eficiência, produtividade e qualidade, sendo utilizada por estas características como referência de Padrão Ouro (GONZALEZ; VASQUES; RAMON, 1999). Baseia-se no princípio do conhecimento de cada ponto no espaço e através de algoritmos transforma as relações entre estas coordenadas em medidas precisas. Durakbasa e Osanna (2003), relatam ainda que nos últimos 20 anos este tipo de equipamento esta cada vez mais sendo utilizado e foi aprimorado conquistando maior precisão, utilizando atualmente sofisticadas técnicas de medição.



Figura 6 – MMC - Discovery II

Características do instrumento utilizado neste trabalho, para a realização das medições do objeto de prova e construção do padrão ouro, as quais serão descritas mais adiante no capítulo de metodologia.

- Modelo: Discovery II D8
- Software: PCDMIS CAD++
- Tipo: Pórtico
- Cabeçote: Tesstar
- Resolução: 0,010 μ m
- Erro de exatidão: 5,0+1,0L/200 μ m
- Erro de apalpação: 5 μ m

Gonzalez, Vasques e Ramon (1999) destacam que dentre outras vantagens, a MMC apresenta ainda

- a) rápido alinhamento e nivelamento da peça, eliminados acessórios de fixação
- b) podem ser medidas todas as faces sem movimentar a peça
- c) cálculos geométricos e trigonométricos são efetuados pelo próprio software
- d) minimiza erros humanos
- e) fácil manejo de dados
- f) eliminam-se os calibres e padrões de referência pelo uso de programas de tolerâncias.
- g) digitalização exata e eficiente dos valores das coordenadas facilitando uso em programa CAD/CAM
- h) manejo estatístico dos dados obtidos

2.7.2 Paquímetro

Paquímetro (fig. 7), é um instrumento utilizado para medir a distância entre dois lados simetricamente opostos em um objeto. Um paquímetro pode ser tão simples como um compasso. A leitura da medição é realizada em régua régua. Vernier, ou nônio, é a escala de medição contida no cursor móvel do paquímetro, que permite uma precisão decimal de leitura através do alinhamento desta escala com uma medida da régua (GONZALEZ; VASQUEZ; RAMON, 1995).

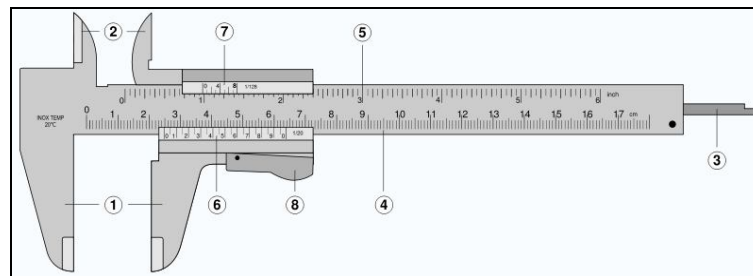


Figura 7 - Modelo de Paquímetro – (www.mitutoyo.com)

Sendo: 1 - encostos; 2 - orelhas; 3 - haste de profundidade; 4 - escala inferior (centímetros); 5 - escala superior (polegadas); 6 - nônio ou vernier inferior (cm); 7 - nônio ou vernier superior (pol); 8 - Trava. (GONZALEZ VASQUEZ e RAMON, 1995)

2.7.3 Fotogrametria

As técnicas de captura de movimento são usualmente utilizadas nas análises de movimento e de animação, seja na reabilitação, na ciência do esporte ou nos estudos ergonômicos. Em todos os casos, critérios objetivos são necessários para acessar o movimento do paciente, do atleta ou do operador de máquina. Na área da ergonomia, a animação é para a construção de modelos humanos digitais, o que é muito útil para visualizar e avaliar as interações humano máquina, como a entre motorista e automóvel. Na ergonomia não só a visualização é necessária, como também uma validação científica de todo o processo de captura (MONNIER, 2004)

Roebuck (1993) discorre sobre a existência de vários métodos de coleta indireta através de fotografia ou vídeos. Para estudos de antropometria com fotografias destaca a importância de cuidados quanto ao posicionamento e orientação da câmera. O comum, destaca, é a colocação da câmera perpendicular a um plano vertical com marcas para escala e no objeto fotografado. Para as coletas

antropométricas de partes do corpo indica que sejam desenvolvidas adaptações na configuração de posicionamento da câmera e do objeto de modo a anular erros de escala, concordando com Meunier e Yin (2000).

Mullin e Taylor (2002) relatam que dados morfológicos coletados através de imagens são muito comuns. Este método consiste na captura de imagens digitais e sua análise em softwares desenvolvidos para tal fim, utilizando como referência marcas colocadas e identificadas durante o exame das imagens

Das e Kozey (1999) alegam que outros métodos de coleta são mais precisos porém, a captura de dados antropométricos com a utilização de coleta de imagens é a que oferece maior facilidade de uso e conforto à amostra. Recomendam ainda o uso de marcações reflexivas de 15 mm colocadas sobre os acidentes ósseos de referência, localizados através de uma palpação. Sugerem também a utilização de 35 mm posicionadas no mesmo plano do voluntário e a colocação de linhas com marcações de medidas conhecidas para serem utilizadas como escala.

Barroso et al (2005), realizaram pesquisa de antropometria com 891 pessoas utilizando para isso máquina fotográfica digital de 2(dois) *megapixel*, e para calibrar a imagem instalou no mesmo plano do voluntário um stand com marcas conhecidas que serviram de escala.

2.8 ERROS ESPERADOS

A variação dos valores obtidos na repetição na operação de medição é chamada erro de medição. Pode ter várias causas, como: operador de medição, grau de treinamento do operador de medição, aparelho, máquina ou instrumento utilizado, condições ambientais e outras.(GONZALES; VASQUES; RAMON, 1995).

Geralmente, os valores encontrados na pesquisa experimental já são conhecidos e o valor aproximado da medida pode ser antecipado. Assim, os erros absolutos e relativos obtidos em uma medida são representativos da qualidade do método e são usados como um controle do processo de medida (LOBATO et al, 2004).

Apesar de existirem protocolos de coleta que representam a exatidão das medidas, os dados antropométricos nem sempre são seguros como parecem. Muitos fatores entram em jogo durante a realização das medidas que podem resultar em numerosas fontes de erro; tais como a postura do voluntário, identificação dos

pontos anatômicos, posição e orientação do instrumento. As dificuldades em controlar todas as fontes potenciais de erro são tais que verdadeiros valores raramente são medidos com exatidão (MEUNIER; YIN, 2000).

No ato de repetições de medidas antropométricas, pode ocorrer variabilidade das medidas, decorrente da diversidade das características físicas da população analisada, por variação biológica – que não se pode evitar –, ou decorrente de variações técnicas – que podem ser evitadas. A variabilidade na medida antropométrica, provocada por variações na execução da técnica, é responsável pela maior incidência de erro. A adoção de intervalo de tempo inadequado entre as mensurações, a variação na marcação dos pontos anatômicos e a inconsistência da técnica de mensuração executada são alguns exemplos de incorreção técnica (OLIVEIRA et al, 2005).

Meunier e Yin (2000) destacaram que a exatidão e a precisão das medições antropométricas estão a mercê das coletas e em geral existem diferenças entre observadores não treinados e treinados. Relatam ainda que os dados se nivelam após treinamento extensivo dos observadores.

Quando se realiza medições de maneira indireta, através de fotografia, um erro comum gerado pela diferença de posicionamento entre o objeto a ser mensurado e o plano de referência é a paralaxe como relatam Mullin e Taylor (2002). Os pesquisadores descreveram que isto acontece quando ao focalizar o objeto a imagem apresenta uma pequena distorção. Este erro é sempre causado por problemas no método de coleta. Roebuck (1993) afirma que o mal posicionamento da câmera torna a coleta vulnerável aos erros de paralaxe, que podem ser corrigidos colocando a referência de medida e de escala no mesmo plano o objeto.

O erro da medição é definido como a diferença entre o valor mensurado e o real. Erros podem ser classificados em randômicos (erros de precisão) ou sistemáticos (tendência). A precisão é definida como sendo a diferença entre os valores obtidos após mensurar o mesmo objeto repetidamente. Exatidão é a diferença entre os valores mensurados e os reais. Tendenciosidade acontece quando a medição tem alterações na forma de coletar os dados, de maneira que todos os erros são semelhantes. Destacam ainda como erros principais cometidos em coletas de imagens o pré-processamento das imagens, calibração das câmeras, segmentação do corpo em relação ao fundo, detecção das marcas e por último o cálculo das medidas antropométricas (MEUNIER; YIN, 2000).

Gonzalez; Vasquez e Ramon (1995) destacam as seguintes medidas de erro:

Incerteza = valor máximo - valor mínimo.

Erro absoluto = valor lido – valor convencional verdadeiro

Erro relativo = erro absoluto / valor convencional verdadeiro (%)

Origens prováveis de erros:

- a) instrumento ou equipamento de medição: inadequação, defeito de fabricação, deformações, má calibração, desgaste por uso, pressão de medição excessiva, etc.
- b) operador ou método: falta de preparo ou experiência, falta de acuidade visual, descuido, cansaço, etc.
- c) outros: pontos de apoio e sistema de fixação da peça, distorção, posicionamento, condições ambientais, umidade, pó, etc.
- d) temperatura: dilatação e contração.
- e) paralaxe: posição visual do operador não perpendicular ao ponto de leitura.

2.9 DETERMINANDO A AMOSTRA

No entender de Lida (2005), para se definir o tamanho da amostra deve-se observar as diferenças individuais, considerando o quanto elas podem modificar o resultado final. Destaca ainda que graças às diferenças individuais é impossível caracterizar um indivíduo típico ou médio. Determina que também se observe a caracterização dos sujeitos para determinar a sua importância e utilização em pesquisas de ergonomia.

Lida (2005) cita ainda que segundo a OMS (Organização Mundial de Saúde) as dimensões antropométricas a serem utilizadas como padrão devem basear-se em uma amostragem mínima de 200 pessoas.

2.10 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA CONFIABILIDADE DO INSTRUMENTO DE MEDIÇÃO

Magalhães e Lima (2005), Silva (2004) e Sigel (1975), destacaram que para avaliar a precisão do experimento, necessita-se de uma medida síntese que reflita o grau de precisão do instrumento de medida, definem ainda precisão, como o inverso

da variabilidade, ou seja, o instrumento de medida será considerado preciso, quando suas medições apresentarem pequena variabilidade, assim o inverso de uma medida conhecida de precisão experimental será considerada para avaliar a precisão do instrumento. Na estatística o coeficiente de variação é uma medida padronizada da variabilidade experimental esta medida é definida pela seguinte expressão:

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} \quad (1)$$

Onde s é o desvio padrão amostral e \bar{x} é a média amostral. Em populações normais esta medida deve variar entre 0 e 1, sendo que valores próximos de 0 são considerados com baixa variação, e valores próximos de 1 com alta variação. Considerando precisão como o inverso de variabilidade sugerem que o coeficiente de precisão amostral como sendo:

$$CP = 1 - \frac{s}{\bar{x}} \quad (2)$$

Sendo assim valores próximos de 1 indicam alta precisão e valores próximos de 0 indicam baixa precisão.

Porém para um instrumento ser eficiente não basta que ele seja preciso, é também necessário que ele consiga aproximar satisfatoriamente o valor exato da medida, para avaliar o instrumento neste sentido propõe-se a criação de intervalos de confiança aproximados pela distribuição normal, onde supõe-se o seguinte modelo para as medidas:

$$Y = X + \varepsilon \quad (3)$$

onde Y representa o verdadeiro valor da variável, X representa o valor medido pelo instrumento e $\varepsilon \approx N(0, \sigma^2)$. Ou seja, supõe-se que os erros seguem uma distribuição Normal com média 0 e uma variância σ^2 desconhecida. Sendo assim pode-se construir um intervalo de confiança a cerca da medida da seguinte forma:

$$X - Z_{\alpha} \frac{s}{\sqrt{n}} \leq X \leq X + Z_{\alpha} \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

Onde Z_{α} representa um quantil da distribuição Normal com determinado α índice de confiança.

Após a construção deste intervalo, pode-se avaliar se o intervalo cobre ou não a medida ouro e com base na amostra verificar o percentual de erros cometidos, ou seja, quando que o intervalo construído sobre a medida não contém o valor ouro.

Assumindo que o valor do erro padrão seja constante, pode-se utilizá-lo para construir intervalos a cerca de novas medidas, além de ter-se uma estimativa da esperança do percentual de erros cometidos pelo instrumento. Equivalentemente pode-se construir um intervalo a cerca da medida ouro e verificar o percentual de medidas realizadas pelo instrumento que se encontram dentro deste intervalo.

Sigel (1975), destaca que para verificar a equivalência do novo instrumento com o instrumento padrão deve-se submeter as amostras de cada instrumento ao teste U de Mann Whitney, um teste não paramétrico. Este teste se aplica na comparação de dois grupos independentes, para se verificar se pertencem ou não a mesma população. Na verdade, verifica-se se há evidências para acreditar que valores de um grupo A são diferentes aos valores do grupo B. Para esta aplicação podemos considerar as seguintes hipóteses de teste:

H_o = Os instrumentos são equivalentes.

H_1 = Os instrumentos não são equivalentes.

Este teste tem duas exigências básicas: a primeira é que o nível de mensuração tem que ser pelo menos ordinal, o segundo é que as amostras devem ser independentes. Este teste é visto como o equivalente ao teste T não pareado.

Para grandes amostras, utiliza-se uma aproximação para a distribuição Normal dada por:

$$\mu_U = \frac{n_1 n_2}{2} \quad \sigma_U = \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}} \quad z = \frac{U - \mu_U}{\sigma_U} \quad (5)$$

Além de comparar os instrumentos, para verificar suas equivalências, também é interessante utilizar-se uma medida de erro quando comparada com a medida ouro. Para isto, utilizou-se duas medidas clássicas, o erro quadrático médio e o erro absoluto médio, cujas expressões são dadas respectivamente por:

$$E_{QM} = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - Ouro)^2}{n} \quad \text{e} \quad E_{AM} = \sum_{i=1}^n \frac{|O_i - Ouro|}{n} \quad (6)$$

onde O_i é a observação i e n o tamanho da amostra. Estas medidas descritivas buscam mostrar o quanto os instrumentos medem diferente da medida ouro, e é claro que quanto menor forem estas medidas melhor é o instrumento.

Para o delineamento da amostra, Silva (2004) e Siegel (1975) sugerem saber quantos indivíduos devem ser amostrados para que esses garantam a representatividade do universo. Com este intuito, uma ampla variedade de métodos de amostragem probabilística tem sido desenvolvida no sentido de propiciar amostras de menor custo para diferentes tipos de levantamentos em diferentes contextos de pesquisas.

2.11 CONSTRUÇÃO DE DADOS ANTROPOMÉTRICOS

Para Bolfarine e Bussab, (2005) definem por delineamento o plano estratégico de observação da realidade que orienta o pesquisador por toda a coleta de dados, o delineamento numa pesquisa com amostragem estratificada, pode ser feita através da seguinte fórmula,

$$n = \frac{\sigma^2}{(B / Z_{\alpha})^2} \quad (7)$$

Onde

Para a determinação do tamanho da amostra, é preciso fixar o erro máximo desejado (B), com algum grau de confiança $1 - \alpha$ (traduzido pelo valor tabelado Z_{α}) e possuir algum conhecimento a priori da variabilidade da população (σ^2). Ao isolar o erro (B) cometido, chega-se à seguinte equação (1) para verificar o erro amostral

máximo, supondo uma variância máxima para variáveis de proporção conforme procedimento descrito em Bolfarine e Bussab (2005).

$$B = \frac{\sigma Z_{\alpha}}{\sqrt{n}} \quad (8)$$

Sigel (1975), Magalhães e Lima (2004) apresentam os seguintes conceitos para as análises estatísticas descritivas da população:

Média – a média de um conjunto de dados é a soma dos valores dividida pelo número total de observações. Isto é,

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (9)$$

Mediana – a mediana representada por md, é o valor que ocupa a posição central dos dados ordenados.

Pontos de corte - como pontos de corte, foram fixados os percentuais, 1%, 5%, 50%, 95% e 99%, sendo que se encontra nestas medidas, o valor da medida a qual, por exemplo, 99% dos indivíduos apresentam aquela medida ou menor que ela e assim respectivamente para cada um dos percentuais, indica as posições que a medida ocupa em determinado percentil da população.

O segundo grupo de medidas tido como medida de variabilidade é composto pelas seguintes medidas:

Variância – é uma medida que busca quantificar a dispersão dos dados em relação à média, é calculada pela seguinte expressão:

$$V = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2 \quad (10)$$

Desvio Padrão – apesar de a variância ser uma medida de variabilidade, ela não guarda a escala original dos dados, por isto, o desvio padrão que nada mais é que a raiz quadrada da variância, é a medida mais útil para quantificar a variabilidade dos dados, sendo que este conserva a escala original dos dados, facilitam a interpretação.

Coeficiente de variação – esta medida é calculada, pela razão do desvio padrão pela média, busca dar uma idéia sobre a precisão das medidas. Valores

próximos de zero indicam uma boa precisão, valores próximos de 1 indicam baixa precisão sobre a variável.

2.12 TESTES ESTATÍSTICOS.

Teste T - pareado: No caso de amostras dependentes, desejamos comparar duas médias populacionais sendo que, para cada unidade amostral, realizamos duas medições da característica de interesse, como é o caso, por exemplo, quando tira-se a medida da mão esquerda e direita de uma pessoa e deseja-se compará-las para verificar se são iguais ou não. Esta é uma típica situação em que o teste t - pareado deve ser utilizado. Neste caso é de se esperar que exista alguma correlação entre as observações tomadas na mesma pessoa. De forma geral deseja-se testar a seguinte hipótese:

$H_0: \mu_d = 0$ A diferença entre as medidas é igual à zero.

$H_1: \mu_d \neq 0$ A diferença entre as medidas é diferente de zero.

As medidas tomadas em uma mão e outra são representadas pelas variáveis aleatórias X_i e Y_i respectivamente. Desta forma, o efeito produzido por passar de uma mão para a outra pode ser representado por $d_i = X_i - Y_i$. Como tem-se para $i = 1, \dots, n$.

$$d_i \approx N(\mu_d, \sigma_d^2) \quad (11)$$

O parâmetro μ_d é estimado pela média amostral \bar{D} e, como usualmente não tem-se informação sobre σ_d^2 , estima-se seu valor por S_d^2 dado por,

$$S_d^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (D_i - \bar{D})^2 \quad (12)$$

O teste de hipóteses é realizado utilizando-se a quantidade,

$$T = \frac{\bar{D} - \mu_d}{\frac{S_d}{\sqrt{n}}}, \quad (13)$$

que, sob H_0 , segue uma distribuição *t-student* com $n-1$ graus de liberdade.

Teste T – Para o caso onde as amostras não são pareadas e além disso as variâncias são desconhecidas mas iguais. É o caso onde por exemplo, comparamos as medidas da mão de um homem com as medidas da mão de uma mulher, para saber se em média elas diferem ou não. As hipóteses a serem testadas são:

$$H_0 : \mu_x = \mu_y$$

$$H_1 : \mu_x \neq \mu_y$$

Novamente, considerando o estimador \bar{D} definido pela diferença $\bar{X} - \bar{Y}$. Nas situações onde exista a independência entre as amostras:

$$\begin{aligned} E(\bar{D}) &= \mu_x - \mu_y; \\ \text{Var}(\bar{D}) &= \sigma^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right). \end{aligned} \quad (14)$$

Além disso, considerando a normalidade dos dados, segue que:

$$\bar{D} \approx N(\mu_x - \mu_y, \sigma^2(1/n_1 + 1/n_2)) \quad (15)$$

E conseqüentemente,

$$\frac{\bar{D} - (\mu_x - \mu_y)}{\sigma \sqrt{1/n_1 + 1/n_2}} \approx N(0,1) \quad (16)$$

Como a variância populacional σ é desconhecida, precisará ser estimada, o estimador para ela é o seguinte:

$$S_c^2 = \frac{(n_1 - 1)S_x^2 + (n_2 - 1)S_y^2}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1)} = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} (x_i - \bar{x})^2 + \sum_{j=1}^{n_2} (y_j - \bar{y})^2}{n_1 + n_2 - 2} \quad (17)$$

Como pode ser visto nas equações acima, a suposição de normalidade é evidente e de suma importância para a aplicação dos testes propostos, porém, o que

se verifica na amostra é que nem todas as variáveis em análise seguem uma distribuição normal. Sendo assim, optou-se por realizar a análise seguindo alguns testes não paramétricos e complementando com os testes paramétricos mesmo sabendo que o pressuposto de normalidade não é aceito. Os testes paramétricos servem para termos mais evidências sobre a hipótese em teste.

Teste de Wilcoxon – Este teste é considerado o equivalente não paramétrico ao teste t - pareado. E considera o valor das diferenças, sendo assim um dos teste não paramétrico dos mais poderosos e “populares”. Este teste utiliza ranks, pois atribui postos ao ordenar as diferenças entre os pares. As principais exigências para a aplicação deste teste é que os pares (X_i, Y_i) são mutuamente independentes, as diferenças d_i são variáveis contínuas, com distribuição simétrica.

O método consiste em considerar as diferenças d_i 's onde $d_i = X_i - Y_i$, deve-se ordenar os d_i 's em módulo.

No caso de amostras grandes utiliza-se uma aproximação para a distribuição Normal, considerando as seguintes medidas, que são diferentes das mostradas anteriormente, o que permite tal aproximação:

$$\mu = \frac{N(N+1)}{4} \quad \text{e} \quad \sigma_T = \sqrt{\frac{N(N+1)(2N+1)}{24}} \quad (18)$$

Calcula-se assim a estatística $z = \frac{T - \mu_T}{\sigma_T}$ e compara-se com os valores da distribuição Z (Normal padrão).

As hipóteses em teste são:

$$H_0 : \text{Mediana} = 0$$

$$H_1 : \text{Mediana} \neq 0$$

Análise de Correlação

O coeficiente de correlação de Spearman é uma medida de associação que exige que ambas as variáveis se apresentem em escala de mensuração pelo menor ordinal. Basicamente equivale ao coeficiente de correlação de Pearson aplicados a dados ordenados. Assim,

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}} = r_s \quad (19)$$

Ou seja, o coeficiente de correlação de Spearman se utiliza da expressão do coeficiente de Pearson porém calculado com postos. Esta expressão equivale à

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n^3 - n} \quad (20)$$

onde $d_i = x_i - y_i$ é a diferença de postos dos escores X e Y.

Para verificar a significância do valor observado de r_s , para n maior ou igual a 10 podemos usar a expressão de t de Student.

$$t = r_s \sqrt{\frac{n-2}{1-r_s^2}} \quad (21)$$

onde t tem n-2 graus de liberdade.

A interpretação do coeficiente de correlação de Spearman é a mesma do coeficiente de Pearson, ou seja, ele varia de -1 a 1, sendo que 1 indica forte correlação positiva, e -1 forte correlação negativa ou inversa, de forma geral, considera-se de valores maiores que 0.7 indica uma forte correlação positiva, e valores menores que -0.7 indicam forte correlação inversa, valores entre 0.4 e 0.7 correlação moderada e positiva, e valores menores que 0.4 fraca correlação, equivalentemente para valores negativos sendo portanto a correlação inversa.

2.13 CONCLUSÃO DA REVISÃO DE LITERATURA

Após embasar e conhecer o estado da arte da antropometria, sua história, sua importância na ergonomia, a mão humana, as técnicas de medição, a construção de medições da mão, a construção de um padrão ouro. Os procedimentos de avaliação da confiabilidade e as determinações para a construção e análise de tabelas antropométricas, pôde-se construir uma metodologia para colocar estes conceitos em prática e com isso averiguar as hipóteses e buscar a resolução do problema de pesquisa, através da construção e interpretação dos resultados.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo estão descritos os passos da metodologia utilizada para a realização do presente estudo, conforme apresentado na figura 8. A metodologia foi dividida em duas partes, iniciando pelo estudo comparativo e validação dos métodos de coleta de dados contemplando todas as suas etapas e a realização do estudo populacional da antropometria da mão de uma população escolhida de modo aleatório. Os materiais utilizados foram especificados ao longo da metodologia para seguir a linha lógica do experimentado neste trabalho.

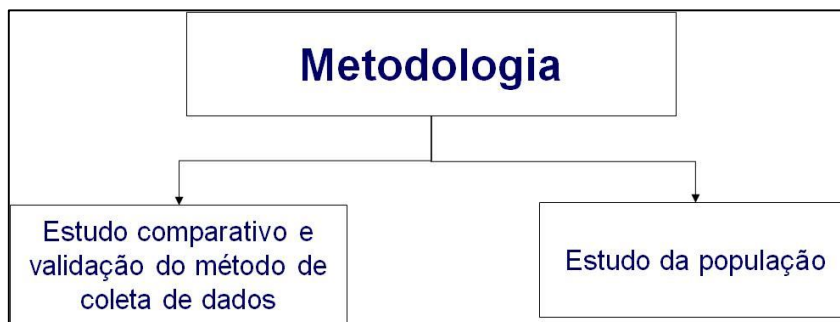


Figura 8 – Esquema básico da metodologia do presente trabalho

3.1 ESTUDO COMPARATIVO E VALIDAÇÃO DO MÉTODO DE COLETA DE DADOS

Considerando o objetivo deste trabalho de avaliar o uso da fotogrametria em coleta de dados da mão humana. Esta primeira etapa foi estruturada, conforme apresentado na figura 9, para a realização de um estudo comparativo do uso da fotogrametria em relação ao uso de MMC (máquina de medição por coordenadas) e paquímetro. Inicialmente foi construído um objeto de prova através de uma reprodução em gesso de uma mão humana. Foram determinadas as variáveis de medição de interesse na construção de instrumentos ou equipamentos e que permitiram a medição através de todas as técnicas propostas neste estudo. O objeto de prova foi então submetido a medição no MMC para a construção do padrão ouro de medição e servir de base de referência para as comparações entre as técnicas.

O objeto de prova foi submetido em seguida a medições com paquímetro e dados foram determinados padrão ouro, medição com paquímetro.

Para as medições através da fotogrametria foi necessário o desenvolvimento de uma plataforma de coleta de dados, o desenvolvimento da escala de medição e pô fim o desenvolvimento de um software que permitiu a medição das imagens coletadas. Por fim os dados obtidos foram tabulados e realizados os testes, comparações e análises estatísticas adequadas.

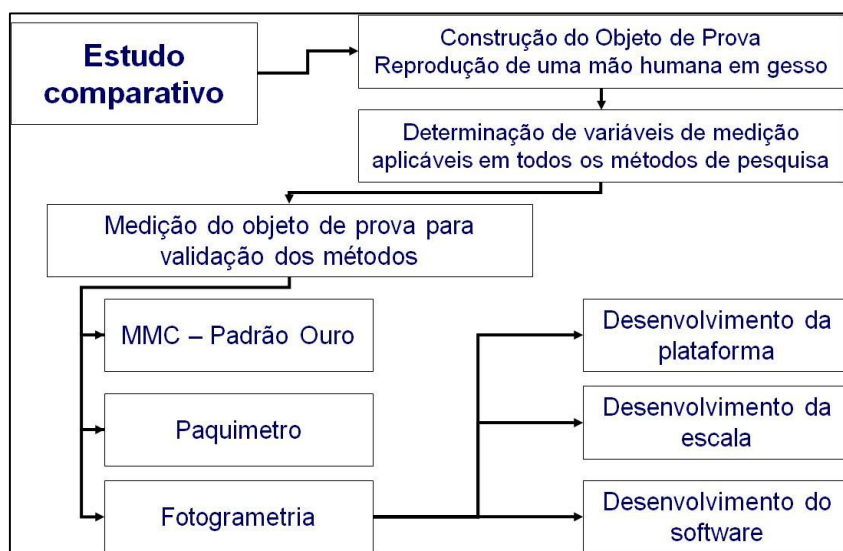


Figura 9 – Esquema básico da metodologia do presente trabalho

3.1.1 Construção do objeto de prova

Foi construído um objeto de prova em material sem variações significativas das suas características físicas e que pudesse ser submetido às medições necessárias para comprovar e validar os métodos e ferramentas utilizadas neste trabalho foi construído um modelo em gesso de uma mão direita de um humano adulto voluntário.

O molde para a construção do objeto de prova foi construído com hidrocolóide irreversível do tipo *Jeltrate* da *Dentsply®*. Este foi hidratado e espatulado conforme especificações do fabricante. Uma parte do material foi depositada sobre uma superfície fixa. Em seguida o voluntário colocou a mão estendida e os dedos abduzidos de maneira a posicionar a mão de maneira mais aberta possível com esforço ativo. Após o posicionamento adequado da mão foi colocado a outra parte do material sobrepondo toda a mão, formando uma luva, esperando o tempo de presa para retirada da mesma. (fig. 10)



Figura 10 – Moldagem e molde do objeto de prova

Para o envase do modelo, foi utilizado gesso (gipsita – sulfato de cálcio diidrato) tipo III, superbranco – da marca *Passon®*, preparado conforme especificações do fabricante. Após a espatulação do gesso, o molde foi envasado apoiado em um equipamento vibratório com a finalidade de evitar a formação de bolhas. O modelo foi separado do molde após 24 horas e fixado a uma base estável de gesso, como mostra a figura 11.



Figura 11 – Modelo do objeto de prova

3.1.2 Determinação das variáveis de medição

De acordo com Pheasant (1996), Peebles e Norris (2000), Rosa e Rodrigues-Añes (2002), Norton e Olds (2005), foram escolhidas variáveis referentes a medidas da palma da mão humana, considerando suas utilizações em desenvolvimento de equipamentos e instrumentos de utilização manual. Assim como sua viabilidade da

coleta neste projeto. Desta maneira foram escolhidas as seguintes variáveis da mão humana:

- 1 largura da palma da mão;
- 2 largura da articulação proximal do 2º dedo;
- 3 largura da articulação distal do 2º dedo;
- 4 largura da articulação proximal do 3º dedo;
- 5 largura da articulação distal do 3º dedo
- 6 largura da articulação proximal do 4º dedo
- 7 largura da articulação distal do 4º dedo
- 8 largura da articulação proximal do 5º dedo
- 9 largura da articulação distal do 5º dedo
- 10 comprimento total da mão
- 11 comprimento total do 1º dedo
- 12 comprimento do segmento proximal do 1º dedo
- 13 comprimento do segmento distal do 1º dedo
- 14 comprimento total do 2º dedo
- 15 comprimento do segmento proximal do 2º dedo
- 16 comprimento do segmento medial do 2º dedo
- 17 comprimento do segmento distal do 2º dedo
- 18 comprimento total do 3º dedo
- 19 comprimento do segmento proximal do 3º dedo
- 20 comprimento do segmento medial do 3º dedo
- 21 comprimento do segmento distal do 3º dedo
- 22 comprimento total do 4º dedo
- 23 comprimento do segmento proximal do 4º dedo
- 24 comprimento do segmento medial do 4º dedo
- 25 comprimento do segmento distal do 4º dedo
- 26 comprimento total do 5º dedo
- 27 comprimento do segmento proximal do 5º dedo
- 28 comprimento do segmento medial do 5º dedo
- 29 comprimento do segmento distal do 5º dedo

Referências anatômicas das medições

- a) largura dos dedos : mensurados nas extremidades das linhas das articulações, representam a largura da articulação;
- b) largura da palma da mão : mensurada das extremidades da palma da mão no sentido transversal ao eixo da mão, tendo como referência as extremidades das cabeças do 2º e 5º osso metacarpo, considerando suas faces externas;
- c) comprimento total da mão: Comprimento total do eixo da mão, medido desde a prega do punho até a extremidade distal do 3º dedo;
- d) comprimento dos dedos:
 - a. comprimento total: da prega proximal do dedo até a sua extremidade distal medido no sentido longitudinal,
 - b. comprimento de cada segmento: medida entre as pregas de cada articulação falangiana, medido no sentido longitudinal.

3.1.3 Medição com MMC - Padrão Ouro

O objeto de prova (mão de gesso) foi submetido à medição em uma MMC da marca *Sheffield* ® modelo *Discovery D8*. Este aparelho foi calibrado através de sistema automatizado próprio de calibração do aparelho, no qual referencia suas medidas em uma esfera de aço fixada na sua estrutura. Foram então realizadas as medições das 29 variáveis em escala métrica considerando os milésimos de milímetro. Para evitar a influência do operador foram marcadas no objeto de prova os locais de mensuração que foram posteriormente também utilizados nas outras técnicas. Cada marcação foi feita com o toque de uma caneta porosa, marcando apenas a área da ponta da caneta.

As medidas foram extraídas através de um relatório gerado pelo aparelho (APÊNDICE 1). Na figura 12 pode-se observar uma das imagens gerada pelo equipamento demonstrando o local de referência das medições da mão de gesso.

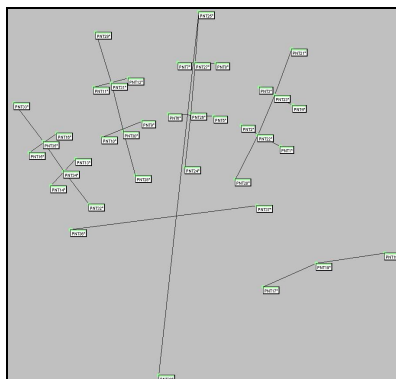


Figura 12 – Imagem da medição do objeto de prova, gerada pelo instrumento de medição - MMC

Definição do padrão OURO

Devido a precisão do MMC (micra) e seu grau de confiabilidade, os dados desta coleta foram considerados como referência de realidade (padrão ouro) para os demais métodos estudados.

3.1.4 Medição com paquímetro

O objeto de prova foi submetido a 50 medições das 29 variáveis selecionadas com paquímetro da marca *Mitutoyo®* modelo 520-322 de graduação de 0,05 mm e exatidão de 0,08 mm tendo sua capacidade de medição de 0 a 300 mm. Os dados obtidos serviram de base para comparações com o método de coleta de dados cinemáticos em relação ao padrão ouro assim como para verificar quais as suas vantagens e desvantagens em relação as demais metodologias.

3.1.5 Medição através da fotogrametria

Para a realização das medições através dos recursos da fotogrametria, foi desenvolvida uma escala e utilizado um software desenvolvido para realizar as medições, uma plataforma de coleta, e o procedimento de coleta.

3.1.5.1 Desenvolvimento da plataforma de coleta de dados

Para a coleta de dados com fotografia, foi construída uma plataforma de madeira com apoio para os braços dos voluntários e um vidro (1,5 mm) posicionado em perpendicular com a base e em 90° com o eixo maior da plataforma. Para apoiar o braço do voluntário, colocou-se um apoio de madeira conforme pode ser visto na fig. 13. Esta plataforma foi equipada com um local de fixação e uma câmera fotográfica alinhada em perpendicular com o vidro de apoio. O equipamento foi desenvolvido com finalidade de garantir que todas as imagens, tanto do objeto de prova na primeira etapa, quanto das mãos fotografadas na segunda etapa estivessem no mesmo plano (perpendicular), à mesma distância da câmera, e posicionadas no campo mais central da imagem, visando com isso resolver os problemas de paralaxe.

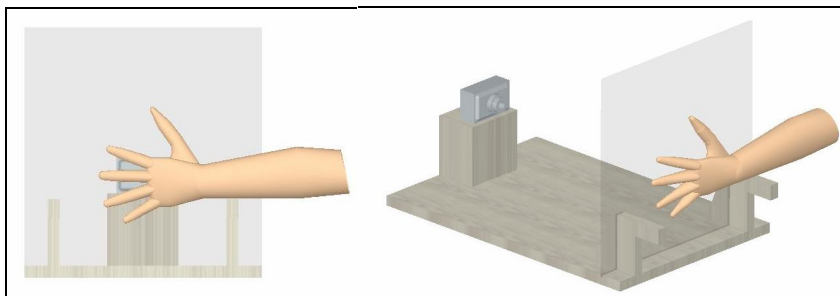


Figura 13—Ilustração das simulações da plataforma de coleta de dados (desenvolvida no software CATIA)



Figura 14 - Foto da plataforma de coleta de dados

3.1.5.2 Construção da escala

Para a realização de coletas através de imagens, é necessária a existência de uma escala que permita a transformação das medidas da imagem em valores reais, é fator determinante para a confiabilidade de um sistema de coleta de dados através dos recursos da cinemática. Para definição do tamanho da escala foi fotografado um gráfico quadriculado plotado em intervalos de 1 cm (preto) e 2 cm (branco) confirmados com o uso de paquímetro. Desta maneira utilizando a plataforma de coleta foi fotografado o gráfico com uma câmera fotográfica SONY W5 com resolução de 5 MP fixada no local pré-determinado e em perpendicular ao plano do vidro com o zoom zerado, para determinar qual a melhor medida da escala e sua posição para eliminar erros de paralaxe e distorção.

Realizou-se em seguida medições do quadriculado tomando como referência de escala medidas horizontais e verticais de 1, 5, 10, 15 e 20 cm. Com base nos resultados obtidos nas medições teste determinou-se o local de fixação da escala a 5 cm acima da base do vidro centralizado e em orientação horizontal, medindo 15 de largura por 1 cm de altura. Desta forma, para amenizar as distorções de lente e garantir a escala, foi fixado no vidro (5 cm acima da base da plataforma) um adesivo em forma de tira na cor preta com fundo branco, sendo a parte preta com exatos 15x1 cm.

3.1.5.3 Utilização do software de medição

Para a realização das coletas de dados, foi utilizado um software desenvolvido para realizar medidas lineares através da transformação das coordenadas coletadas com as marcações nas imagens em medidas métricas e gerar uma tabela de dados. As etapas de funcionamento do software estão descritas a seguir e ilustradas na figura 15:

- a) após iniciado o software, foi selecionada uma imagem do banco de imagens para realizar a coleta de dados. Esta imagem foi então calibrada através da entrada manual de dois pontos na mesma considerando a escala fotografada junto ao objeto de estudo e colocada no mesmo plano que o objeto a ser mensurado. A calibração aconteceu quando, ao clicar nos extremos do adesivo, a

- distância em centímetros foi apresentada e o usuário pode digitar a medida real da escala. O software calculou então a razão do número de *pixels* entre os dois pontos e a distância que foi passada (nº de *pixels*/distância em centímetros);
- b) após a calibração da imagem, o software apresentou cada uma das variáveis e usuário clicou nos pontos de referência das variáveis escolhidas, uma a uma de modo que ao clicar no segundo ponto de referência a coordenada medida foi arquivada e o software apresentou nova medida para ser clicada nas suas respectivas referências;
 - c) concluindo a etapa de medições, foram digitados todos os dados coletados em campo da amostra e armazenados numa planilha central. O software gerou então uma planilha dos mesmos de maneira que cada voluntário foi representado por uma linha;
 - d) o sistema oferece a possibilidade de reiniciar ou encerrar o processo. Ao reiniciar o software retornou no momento da calibração já com uma nova imagem carregada.

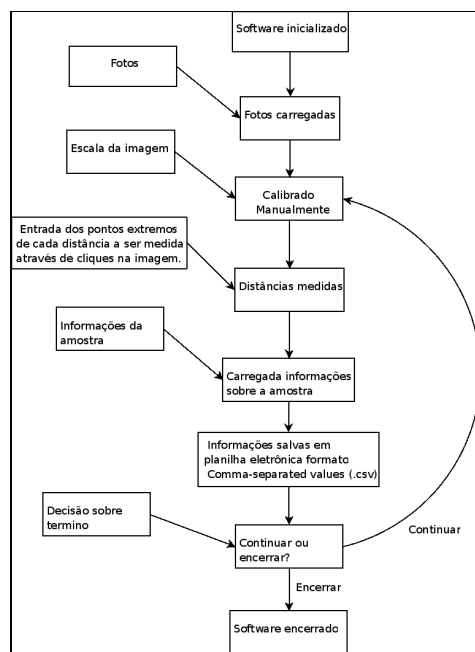


Figura 15 – Fluxograma do funcionamento do software

3.1.5.4 Validação da metodologia de coleta

Na culminação dos estudos preliminares foi, realizada a validação do sistema de coleta e medições por meio do software. Os dados do padrão ouro foram utilizados como referência com o objetivo de realizar um estudo comparativo do método de medição por meio da cinemática.

3.1.5.5 Mensuração do objeto de prova

Após o desenvolvimento da plataforma de coleta de dados, o objeto de prova foi fotografado posicionado no centro do vidro recostado neste, com sua a face palmar da mão de gesso voltada para a câmera. Esta imagem foi submetida ao software de medição e foram mensuradas as mesmas 29 variáveis dos testes anteriores. Para o treinamento na utilização do software de medição, os dois voluntários da pesquisa realizaram cada um 100 medições, totalizando 200 amostras, através do software da mesma fotografia do objeto de prova.

3.1.6 Validação do método de coleta através da fotogrametria

O dados obtidos através da medição da fotografia do objeto de prova foram submetidos a estudos estatísticos para averiguar sua variação, precisão e exatidão.

Para estas análises foram realizadas 200 coletas de dados no software de medição do objeto de prova.

3.1.7 Estudo comparativo entre métodos de medição

Cinemática versus Paquímetro

Para verificar a equivalência da medição através da cinemática com o instrumento paquímetro coletou-se 50 medições do objeto de prova com cada instrumento, estas foram submetidas ao teste U de Mann Whitney. Observou-se se havia evidências para determinar que valores de um grupo A são superiores aos valores do grupo B, diferenciando-os em equivalentes ou não.

Além de comparar os instrumentos, para verificar suas equivalências, foi utilizada uma medida de erro comparada com a medida ouro. Para isto, utilizou-se duas medidas clássicas, o erro quadrático médio e o erro absoluto médio.

Em complemento ao estudo estatístico foram realizadas observações quanto ao grau de dificuldade de cada medição e o tempo necessário para cada um dos métodos estudados, assim como sua viabilidade para estudos populacionais.

3.2 ESTUDO DA POPULAÇÃO

Terminado o estudo preliminar de construção e validação do método de coleta através da fotogrametria, foi realizado um estudo de antropometria de uma população de maneira aleatória em locais públicos objetivando a determinação de um padrão de medidas da mesma.

3.2.1 Definição da amostra

Foram selecionados aleatoriamente seres humanos com idade igual ou superior a 18 anos de qualquer etnia e profissão, que possuíssem 05 dedos em cada mão (ou seja sem amputação ou dedos extranumerários) e que estes assim como as mãos estivessem íntegros e sem ferimentos ou deformidades. A meta de amostra era de 1100 homens e 1100 mulheres, de modo a conquistar um erro de amostra por grupo menor ou igual a 3%, considerando um grau de confiança de 95%, conforme descrito por Bolfarine e Bussab (2005).

3.2.2 Coleta de imagens da amostra

Para a realização das coletas de imagens foram treinados voluntários para auxiliar nesta etapa para padronizar os procedimentos. Após coletadas as imagens estas foram submetidas ao software e realizadas as medições das mesmas variáveis utilizadas nos estudos preliminares.

3.2.2.1 Locais de coleta

Para a coleta de dados foram escolhidos locais de grande circulação de pessoas em Curitiba e região metropolitana, e que ofereceram segurança aos pesquisadores e voluntários assim como não colocaram ninguém em situação de

qualquer constrangimento ou pressionado a participar. Em todos os locais onde foram realizadas as coletas, solicitou-se antes as autorizações aos responsáveis para a realização da pesquisa. Em seguida, foram montados ambientes com *banners* explicativos e de identificação do LABERGO (*Laboratório de ergonomia e usabilidade da Universidade Federal do Paraná*) (APÊNDICE 2), mesa para preenchimento dos termos de consentimento e esclarecimento (APÊNDICE 3 E 4) e para a colocação das plataformas de coleta.

Locais utilizados para coleta de dados – no período de 01 de outubro a 24 de dezembro de 2007:

UFPR – Campus Politécnico – Próximo ao Restaurante Universitário

UFPR – Campus Reitoria – Próximo ao Restaurante Universitário

CTI – Colégio Técnico Industrial - Próximo a lanchonete da escola

Parque Barigüi - Próximo ao Salão de Atos – Fig. 13

Supermercados Condor – Loja São Brás

FIES – Faculdades Integradas Espírita – Feira de Cursos



Figura 16 – Fotos de um dos locais de coleta – Parque Barigüi – Curitiba/Pr

3.2.2.2 Realização das coletas

Foram escolhidos colaboradores dentre os bolsistas e estudantes vinculados ao LABERGO que receberam treinamento para realizar as coletas de dados desde a abordagem à população, a explicação dos objetivos e metodologia da pesquisa, preenchimento do termo de consentimento, coleta de dados in loco e registro fotográfico do voluntário. Todos os colaboradores realizaram no LABERGO a sequência completa do procedimento até estarem seguros e à vontade para abordar os indivíduos nos locais públicos

Uma vez montado e preparado o local de coleta, os colaboradores, ao visualizar alguma pessoa nas imediações a abordavam, cumprimentando e a convidavam a participar da pesquisa, explanaram sobre os objetivos e metodologia do trabalho assim como responderam a dúvidas levantadas pelos entrevistados, conduziram estas pessoas à mesa onde foram colocados cartazes com o termo de esclarecimento (APÊNDICE 3). Apresentou-se o formulário do termo de consentimento livre e esclarecido para serem lidos, preenchidos e assinados individualmente (APÊNDICE 4). Somente após a assinatura do termo de consentimento os voluntários foram entrevistados e mensurados para o preenchimento dos dados das variáveis de coleta *in loco* e tiveram suas mãos fotografadas; conforme descrições a seguir.



Figura 17 – Fotos de uma coleta de dados

3.2.2.3 Dados coletados *in loco*

Dados coletados *in loco* juntamente com os voluntários:

1. Gênero – M (masculino) ou F (feminino)
2. Mão dominante – E (esquerda), D (direita) ou A (ambidestro)
3. Idade – Voluntário relatou a própria idade
4. Estatura – Em m (metro) mensurado no local
5. Massa - Em kg (quilograma) mensurado no local

Para as mensurações de massa e altura os voluntários foram convidados a retirar os sapatos e no caso da altura se colocar de costas, contra a escala do antropômetro (com precisão de 0,5 cm). Para a mensuração o voluntário recebia orientação para posicionar a cabeça no plano de Frankfurt. Neste momento

mensurou-se a estatura do indivíduo assim como a mensuração do peso. Para mensurar a massa utilizou-se uma balança doméstica (com precisão de 0,1 kg).

3.2.2.4 *Capturando as imagens*

As plataformas de coleta de dados utilizadas foram equipadas com câmeras fotográficas digitais reguladas para fotografar em 1.2 *megapixel* sem utilização de zoom e *flash*, fixadas no devido local da plataforma respeitando a mesma posição definida e demarcada nos estudos preliminares. Para cada voluntário foram anotados no campo determinado a identificação. Foi solicitado a cada voluntário que retirasse anéis, relógio, pulseiras ou outros acessórios que estivessem em suas mãos. O voluntário recebeu então orientações de como colocar o braço no suporte e como apoiar a mão e os dedos (mão espalmada, dedos estendidos e abduzidos) no vidro do equipamento de maneira que todos os dedos e a palma da mão tocassem o vidro sem exercer pressão. Este procedimento foi realizado para ambas as mãos. Foi então agradecida a participação e dispensado o voluntário.

3.2.2.5 *Identificando a amostra*

A identificação dos voluntários da amostra foi realizada marcando num adesivo branco (7x7 cm), as letras e números pré-estabelecidos na tabela de coleta de dados in loco para preservar a identidade. O adesivo foi fixado no canto superior esquerdo do vidro dentro do campo de imagem da câmera fotográfica.

3.2.3 Coleta de dados antropométricos através da fotogrametria

Todas as imagens capturadas foram arquivadas em uma única pasta e seus arquivos foram renomeados para o mesmo código anotado na imagem que identificou o voluntário colocando juntamente com esta informação a letra E ou D representando ser um arquivo de imagem de mão esquerda ou direita respectivamente (exemplo: aa01e.jpg e aa01d.jpg). As imagens então foram então carregadas nas pastas específicas do software de medição.

Para as medições utilizou-se a rotina já descrita na utilização do software utilizado no estudo comparativo.

3.2.4 Análise estatística dos dados

Os dados obtidos na coleta de dados foram submetidos a uma assessoria especializada que ao aplicar um filtro, para o qual foram calculadas a média e o desvio padrão da amostra, sendo então definido um intervalo de aceitabilidade, ou seja a média somada de 3 vezes o desvio padrão; Todos os dados que estavam além deste intervalo foram desconsiderados. Desta maneira a amostra reduziu para 2104 pessoas, sendo 1070 indivíduos do sexo feminino, que garantiram um erro menor que 2.9% bilateral, e 1034 indivíduos do sexo masculino o que garantiram um erro menor que 3.05 %. Ao se considerar a população como um só grupo (2104 pessoas) o erro amostral bilateral caiu para 1,06%. Assim, conseguiu-se a melhor forma de estratificar e analisar as informações coletadas, gerando a análise descritiva, comparativa e de correlação.

3.2.4.1 Análise descritiva

Os dados coletados foram apresentados de forma descritiva, apresentando os resultados encontrados quanto às características dos indivíduos entrevistados como gênero, estatura, massa e mão dominante.

Para estas análises, foram calculadas a média e a mediana. Como pontos de corte, foram fixados os percentis, 1%, 5%, 50%, 95% e 99%, variância, desvio padrão, coeficiente de variação

Todas estas medidas descritivas foram calculadas para cada uma das 58 variáveis, em estudo, sendo 29 de cada uma das mãos. Além disso, calculou-se todas as medidas também divididas por gênero.

3.2.4.2 Testes de comparações bivariados.

Foram utilizados três testes para testar as hipóteses levantadas:

1. Teste T - para dados pareados
2. Teste T – Para amostras não pareadas
3. Teste de Wilcoxon

3.2.4.3 Análise Comparativa

1. Teste U de Mann Whitney

2. Testes pareados (t - pareado e Wilcoxon)

- a. Medidas da mão esquerda vs Medidas da mão direita (todos)
- b. Medidas da mão esquerda vs Medidas da mão direita (Masculino)
- c. Medidas da mão esquerda vs Medidas da mão direita (Feminino)
- d. Testes Não Pareados (T e U de Mann Whitney)
- e. Masculino vs Feminino

3.3 CONCLUSÃO DA METODOLOGIA

Este trabalho foi dimensionado e estruturado para atender aos pressupostos na delimitação do problema e para confirmar ou negar as hipóteses. Buscou-se definir, passo a passo, permitindo a realização desta pesquisa por outros pesquisadores buscando sempre a reprodutibilidade dos resultados.

4 RESULTADOS

Os resultados obtidos com a aplicação de cada etapa da metodologia foram alinhados neste capítulo, respeitando a mesma seqüência lógica. (Os dados serão discutidos no capítulo construído para tal fim).

Abaixo segue tabela com os dados obtidos em cada uma das técnicas propostas para a medição do objeto de prova, a mão de gesso.

Tabela 1 – Resultados das medições do objeto de prova*

		Ouro ¹	Fotogrametria ²	Paquímetro ³
		Média (d.p.)		
1	Largura palma da mão	97,250	95,510 (± 0,11)	95,446 (± 0,38)
2	Largura proximal do 2º dedo	23,070	20,550 (± 0,13)	22,750 (± 0,14)
3	Largura distal do 2º dedo	19,810	17,456 (± 0,10)	19,482 (± 0,04)
4	Largura proximal do 3º dedo	23,460	22,080 (± 0,13)	23,392 (± 0,08)
5	Largura distal do 3º dedo	19,730	18,156 (± 0,11)	19,562 (± 0,21)
6	Largura proximal do 4º dedo	22,290	21,152 (± 0,11)	21,982 (± 0,16)
7	Largura distal do 4º dedo	18,640	18,070 (± 0,11)	18,606 (± 0,07)
8	Largura proximal do 5º dedo	18,980	17,408 (± 0,11)	18,416 (± 0,11)
9	Largura distal do 5º dedo	17,500	16,286 (± 0,11)	17,232 (± 0,14)
10	Comprimento Total da mão	189,420	186,900 (± 0,14)	188,490 (± 0,91)
11	Comprimento total do 1º dedo	65,280	63,238 (± 0,12)	65,650 (± 1,47)
12	Comprimento proximal do 1º dedo	30,070	30,588 (± 0,13)	30,868 (± 0,57)
13	Comprimento distal do 1º dedo	35,800	32,864 (± 0,10)	35,822 (± 1,10)
14	Comprimento total do 2º dedo	73,500	73,714 (± 0,12)	73,110 (± 1,21)
15	Comprimento proximal do 2º dedo	25,640	26,294 (± 0,12)	25,840 (± 0,41)
16	Comprimento medial do 2º dedo	22,330	22,258 (± 0,10)	22,466 (± 1,04)
17	Comprimento distal do 2º dedo	25,620	25,292 (± 0,09)	25,506 (± 0,59)
18	Comprimento total do 3º dedo	80,850	79,424 (± 0,40)	80,198 (± 0,91)
19	Comprimento proximal do 3º dedo	28,160	27,360 (± 0,12)	27,776 (± 0,66)
20	Comprimento medial do 3º dedo	26,060	27,650 (± 0,11)	26,338 (± 0,48)
21	Comprimento distal do 3º dedo	26,620	26,056 (± 0,09)	25,936 (± 0,84)
22	Comprimento total do 4º dedo	76,850	76,682 (± 0,09)	76,120 (± 0,60)
23	Comprimento proximal do 4º dedo	23,520	23,406 (± 0,11)	23,848 (± 0,36)
24	Comprimento medial do 4º dedo	25,740	26,306 (± 0,10)	25,976 (± 0,29)
25	Comprimento distal do 4º dedo	27,610	26,924 (± 0,28)	27,518 (± 1,85)
26	Comprimento total do 5º dedo	65,310	63,774 (± 0,32)	64,110 (± 0,58)
27	Comprimento proximal do 5º dedo	21,720	21,800 (± 0,12)	22,750 (± 0,39)
28	Comprimento medial do 5º dedo	18,460	18,106 (± 0,11)	18,022 (± 0,33)
29	Comprimento distal do 5º dedo	25,150	24,186 (± 0,09)	24,064 (± 0,36)

¹ ouro=medição realizada com o MMC; ² fotogrametria=medição realizada através de foto e mensurada com software; ³ paquímetro=medição realizada com paquímetro.

* dados em mm (milímetros)

4.1 VALIDAÇÃO DO MÉTODO DE COLETA - FOTOGRAMETRIA

Para validar o método de coleta através de fotogrametria, buscou-se avaliar os resultados obtidos no que tange aos conceitos de precisão e a exatidão.

Na tabela 1 constam os resultados da medição do objeto de prova submetido aos três instrumentos, sendo eles, MMC – padrão ouro (uma coleta), fotogrametria com software de medição e paquímetro, seguindo o previsto na metodologia: nestes dois últimos, os valores apresentados são referentes as médias das medições realizadas, no caso da fotogrametria representam 200 medições e nos dados do paquímetro representam a média de 50 medições, em todos os casos os dados são do mesmo objeto de prova.

A partir das 200 coletas realizadas através da fotogrametria, comparou-se estes dados com uma medida ouro, para isso desconsiderou-se na análise qualquer incerteza com relação à medida ouro. Esta foi aceita como verdadeira e invariante, dada a sua precisão de métrica e mensuração.

O coeficiente de precisão para cada uma das 29 variáveis avaliadas é apresentado na tabela 2, e como pode ser visto para todas as variáveis, o método de coletas com o uso da fotogrametria é altamente preciso, o menor coeficiente de precisão foi de 0.897 para a variável comprimento distal do 4º dedo, sendo ainda assim de alta precisão, com isto, pode-se concluir que o instrumento apresenta alta precisão na métrica.

Além da precisão, o instrumento também deve apresentar resultados que se aproximam da verdadeira medida, para isto realizou-se o cálculo do intervalo proposto acima para cada uma das medidas, e calculou-se o percentual de acertos para cada variável. Também foi considerada a idéia de que mais de uma medida possa ser feita a fim de reduzir a incerteza sobre a medida ouro e foram comparadas com relação ao seu percentual de erros.

Tabela 2 – Coeficiente de variação dos dados coletados pela fotogrametria

		Coeficiente de variação
1	Largura palma da mão	0,987
2	Largura proximal do 2º dedo	0,938
3	Largura distal do 2º dedo	0,941
4	Largura proximal do 3º dedo	0,941
5	Largura distal do 3º dedo	0,940
6	Largura proximal do 4º dedo	0,947
7	Largura distal do 4º dedo	0,938
8	Largura proximal do 5º dedo	0,936
9	Largura distal do 5º dedo	0,937
10	Comprimento Total da mão	0,992
11	Comprimento total do 1º dedo	0,980
12	Comprimento proximal do 1º dedo	0,958
13	Comprimento distal do 1º dedo	0,970
14	Comprimento total do 2º dedo	0,983
15	Comprimento proximal do 2º dedo	0,952
16	Comprimento medial do 2º dedo	0,955
17	Comprimento distal do 2º dedo	0,965
18	Comprimento total do 3º dedo	0,950
19	Comprimento proximal do 3º dedo	0,956
20	Comprimento medial do 3º dedo	0,958
21	Comprimento distal do 3º dedo	0,964
22	Comprimento total do 4º dedo	0,988
23	Comprimento proximal do 4º dedo	0,955
24	Comprimento medial do 4º dedo	0,963
25	Comprimento distal do 4º dedo	0,897
26	Comprimento total do 5º dedo	0,950
27	Comprimento proximal do 5º dedo	0,943
28	Comprimento medial do 5º dedo	0,941
29	Comprimento distal do 5º dedo	0,962
	Média	0,954

A tabela 3 apresenta um resumo, sobre os principais aspectos com relação ao percentual de acertos do instrumento de medida, assim como o erro padrão estimado e os intervalos de confiança calculados sobre a medida ouro.

Importante destacar que mesmo efetuando mais de uma medida para a construção do intervalo de confiança, utiliza-se sempre o mesmo erro padrão, considerando sempre a amostra como sendo igual a um.

Na tabela 3, pode-se observar que o método de coleta através da fotogrametria alcançou um bom desempenho no que diz respeito a acertar a medida ouro, quando se constrói um intervalo de confiança sobre sua medida. Também pode-se verificar que quando se realiza mais de uma medida sobre a mesma

variável e tira-se a média entre as medidas, o percentual de erros diminui significativamente, sendo portanto fortemente recomendado que se faça pelo menos três medições sobre a mesma variável, trabalhando com a média entre elas.

Pelos resultados encontrados na tabela 3, pode-se observar que a coleta de dados antropométricos através da fotogrametria é eficiente na maior parte das variáveis analisadas, porém este instrumento demonstrou dificuldade em aproximar de forma satisfatória a medida ouro, mesmo após a construção do intervalo de confiança para as seguintes variáveis: largura distal do 2º dedo, comprimento total da mão, comprimento total do 1º dedo, largura proximal do 2º dedo e comprimento distal do 1º dedo. Para esta última, o instrumento não mostrou-se capaz de aproximar a medida ouro de nenhuma forma, apresentando um percentual de erro de mais de 75% sendo, portanto, ineficiente para medir esta variável.

Tabela 3 – Percentual de erros por número de repetições - Fotogrametria

		Erro	Percentual de erros por repetições (%)					min.*	max.*
			1	2	3	4	5		
1	Largura palma da mão	2,71	17,50	13,00	10,60	10,00	7,50	94,53	99,95
2	Largura proximal do 2º dedo	3,06	14,50	11,00	9,09	6,00	10,00	20,00	26,13
3	Largura distal do 2º dedo	2,44	25,00	21,00	18,10	18,00	15,00	17,36	22,25
4	Largura proximal do 3º dedo	3,02	10,50	6,00	4,45	2,00	0,00	20,43	26,48
5	Largura distal do 3º dedo	2,56	10,50	6,00	3,03	0,00	0,00	17,16	22,29
6	Largura proximal do 4º dedo	2,61	5,50	2,00	0,00	0,00	0,00	19,67	24,90
7	Largura distal do 4º dedo	2,57	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	16,07	21,21
8	Largura proximal do 5º dedo	2,58	15,50	8,00	6,06	2,00	2,50	16,39	21,56
9	Largura distal do 5º dedo	2,44	5,50	1,00	0,00	0,00	0,00	15,04	19,94
10	Comprimento Total da mão	3,36	18,00	10,00	12,10	10,00	10,00	186,00	192,70
11	Comprimento total do 1º dedo	2,82	19,50	10,00	9,09	6,00	10,00	62,44	68,10
12	Comprimento proximal do 1º dedo	2,97	6,50	0,00	0,00	0,00	0,00	27,10	33,04
13	Comprimento distal do 1º dedo	2,29	78,50	80,00	81,80	84,00	92,50	33,50	38,09
14	Comprimento total do 2º dedo	2,76	1,50	2,00	0,00	0,00	0,00	70,72	76,26
15	Comprimento proximal do 2º dedo	2,83	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,80	28,46
16	Comprimento medial do 2º dedo	2,31	2,50	1,00	0,00	0,00	0,00	20,02	24,64
17	Comprimento distal do 2º dedo	2,04	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	23,57	27,50
18	Comprimento total do 3º dedo	9,24	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	71,60	90,09
19	Comprimento proximal do 3º dedo	2,75	3,50	1,00	0,00	0,00	2,50	25,40	30,92
20	Comprimento medial do 3º dedo	2,64	10,50	5,00	0,00	0,00	0,00	23,41	28,70
21	Comprimento distal do 3º dedo	2,11	5,00	2,00	0,00	0,00	0,00	24,50	28,74
22	Comprimento total do 4º dedo	2,12	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	74,72	78,97
23	Comprimento proximal do 4º dedo	2,47	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,04	25,99
24	Comprimento medial do 4º dedo	2,23	6,50	1,00	1,50	0,00	0,00	23,49	27,96
25	Comprimento distal do 4º dedo	6,44	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	21,16	34,05
26	Comprimento total do 5º dedo	7,35	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	57,95	72,65
27	Comprimento proximal do 5º dedo	2,86	3,50	1,00	0,00	0,00	0,00	18,85	24,58
28	Comprimento medial do 5º dedo	2,48	3,50	0,00	0,00	0,00	0,00	15,97	20,94
29	Comprimento distal do 5º dedo	2,09	12,50	6,00	3,03	2,00	2,50	23,05	27,24

* dados em mm

4.2 ESTUDO COMPARATIVO ENTRE MÉTODOS DE MEDIÇÃO

Os dados a seguir apresentam os resultados comparados de cada instrumento, (Fotogrametria x Paquímetro)

Tabela 4 – Resultados do teste U de Mann Whitney para todas as variáveis avaliadas

		Estatística W	p-valor
1	Largura palma da mão	1183,0	0,64590
2	Largura proximal do 2º dedo *	181,0	0,00000
3	Largura distal do 2º dedo *	104,5	0,00000
4	Largura proximal do 3º dedo *	751,0	0,00052
5	Largura distal do 3º dedo *	233,0	0,00000
6	Largura proximal do 4º dedo *	689,5	0,00010
7	Largura distal do 4º dedo *	761,0	0,00067
8	Largura proximal do 5º dedo *	492,0	0,00000
9	Largura distal do 5º dedo *	421,0	0,00000
10	Comprimento Total da mão *	468,5	0,00000
11	Comprimento total do 1º dedo *	360,5	0,00000
12	Comprimento proximal do 1º dedo	1051,0	0,17050
13	Comprimento distal do 1º dedo *	60,0	< 2.2e-16
14	Comprimento total do 2º dedo *	1579,5	0,02306
15	Comprimento proximal do 2º dedo *	1614,0	0,01197
16	Comprimento medial do 2º dedo	1225,0	0,86560
17	Comprimento distal do 2º dedo	1018,5	0,11030
18	Comprimento total do 3º dedo	1372,0	0,40120
19	Comprimento proximal do 3º dedo	1003,0	0,08643
20	Comprimento medial do 3º dedo*	2223,0	0,00000
21	Comprimento distal do 3º dedo	1282,0	0,82760
22	Comprimento total do 4º dedo*	1567,5	0,02828
23	Comprimento proximal do 4º dedo*	940,0	0,03250
24	Comprimento medial do 4º dedo*	1649,5	0,00571
25	Comprimento distal do 4º dedo*	869,0	0,00850
26	Comprimento total do 5º dedo	975,0	0,05760
27	Comprimento proximal do 5º dedo *	654,0	0,00004
28	Comprimento medial do 5º dedo	1382,0	0,36120
29	Comprimento distal do 5º dedo	1417,0	0,24890

* variáveis em que não houve a equivalência entre paquímetro e medição por cinemática

A tabela 4 apresenta os resultados do teste U de Mann-Whitney para as 29 variáveis avaliadas, pelos dois instrumentos, as linhas em cinza e com as variáveis marcadas (*) indicam as variáveis em que a hipótese nula foi rejeitada, com seus respectivos p-valores, pelo teste U de Mann-Whitney. Verifica-se pelo teste que os instrumentos não são equivalentes em 19 das 29 variáveis avaliadas.

A tabela 5 apresenta as médias e a medida ouro além dos erros quadráticos médios e os erros absolutos médios para cada uma das 29 variáveis avaliadas. De acordo com estas medidas, pode-se concluir que o método de coletas através da fotogrametria não é equivalente ao instrumento padrão (paquímetro) na maioria das variáveis, além disso, as medições através da fotogrametria apresentam maiores valores nas medidas de erros utilizadas, indicando que este instrumento é pouco eficiente para aproximar a medida ouro, quando comparado com o instrumento padrão.

Na tabela 5 pode-se observar os erros encontrados entre as medições realizadas com paquímetro e fotogrametria com o padrão ouro, vale destacar que o erro absoluto médio está demonstrado em milímetros, e variou entre 0,71 e 2,94 mm, porém ao se observar proporcionalmente (%) nota-se oscilações entre 1% e 12%. As variáveis largura proximal do 2º dedo, largura distal do 2º dedo, comprimento total do 1º dedo e comprimento distal do 1º dedo apresentam os maiores valores de erro absoluto, estas mesmas variáveis foram as que apresentaram maiores índices de erros.

A tabela 5 apresenta ainda que quando utilizado o paquímetro os erros oscilam entre 0% e 6%, sendo o maior erro encontrado na variável comprimento distal do 4º dedo.

Tabela 5 - Medidas descritivas, erros quadráticos e erros absolutos para todas as variáveis do objeto de prova.

		Ouro*	Fotogrametria	Paquímetro	Fotogrametria	Paquímetro	Fotogrametria		Fotogrametria	Paquímetro
			Média*		Erro Quadrático	Médio		Erro Absoluto	Médio	
1	Largura palma da mão	97,250	95,510	95,446	5,29	3,38	1,90	2%	1,80	2%
2	Largura proximal do 2º dedo	23,070	20,550	22,750	8,35	0,12	2,61	11%	0,31	1%
3	Largura distal do 2º dedo	19,810	17,456	19,482	6,76	0,10	2,35	12%	0,32	2%
4	Largura proximal do 3º dedo	23,460	22,080	23,392	5,13	0,01	1,82	8%	0,08	0%
5	Largura distal do 3º dedo	19,730	18,156	19,562	4,10	0,06	1,74	9%	0,22	1%
6	Largura proximal do 4º dedo	22,290	21,152	21,982	3,30	0,12	1,51	7%	0,30	1%
7	Largura distal do 4º dedo	18,640	18,070	18,606	2,10	0,01	1,17	6%	0,07	0%
8	Largura proximal do 5º dedo	18,980	17,408	18,416	3,78	0,32	1,67	9%	0,56	3%
9	Largura distal do 5º dedo	17,500	16,286	17,232	2,64	0,09	1,40	8%	0,27	2%
10	Comprimento Total da mão	189,420	186,900	188,490	9,94	1,65	2,53	1%	0,94	0%
11	Comprimento total do 1º dedo	65,280	63,238	65,650	7,17	2,24	2,21	3%	1,30	2%
12	Comprimento proximal do 1º dedo	30,070	30,588	30,868	2,93	0,94	1,35	4%	0,80	3%
13	Comprimento distal do 1º dedo	35,800	32,864	35,822	9,77	1,18	2,94	8%	0,86	2%
14	Comprimento total do 2º dedo	73,500	73,714	73,110	2,47	1,57	1,27	2%	0,91	1%
15	Comprimento proximal do 2º dedo	25,640	26,294	25,840	2,27	0,20	1,16	5%	0,36	1%
16	Comprimento medial do 2º dedo	22,330	22,258	22,466	0,77	1,07	0,71	3%	0,60	3%
17	Comprimento distal do 2º dedo	25,620	25,292	25,506	1,10	0,35	0,89	3%	0,46	2%
18	Comprimento total do 3º dedo	80,850	79,424	80,198	6,14	1,23	1,92	2%	0,78	1%
19	Comprimento proximal do 3º dedo	28,160	27,360	27,776	2,51	0,58	1,25	4%	0,66	2%
20	Comprimento medial do 3º dedo	26,060	27,650	26,338	3,44	0,30	1,66	6%	0,40	2%
21	Comprimento distal do 3º dedo	26,620	26,056	25,936	1,39	1,15	0,96	4%	0,93	3%
22	Comprimento total do 4º dedo	76,850	76,682	76,120	1,34	0,88	0,94	1%	0,73	1%
23	Comprimento proximal do 4º dedo	23,520	23,406	23,848	1,53	0,22	0,98	4%	0,32	1%
24	Comprimento medial do 4º dedo	25,740	26,306	25,976	1,61	0,14	1,01	4%	0,33	1%
25	Comprimento distal do 4º dedo	27,610	26,924	27,518	1,21	3,37	0,92	3%	1,63	6%
26	Comprimento total do 5º dedo	65,310	63,774	64,110	4,54	1,76	1,85	3%	1,20	2%
27	Comprimento proximal do 5º dedo	21,720	21,800	22,750	1,94	1,22	1,11	5%	1,03	5%
28	Comprimento medial do 5º dedo	18,460	18,106	18,022	1,31	0,29	0,85	5%	0,47	3%
29	Comprimento distal do 5º dedo	25,150	24,186	24,064	1,79	1,30	1,06	4%	1,09	4%

* dados em mm

4.2.1 Quanto a utilização dos métodos

Para realizar a coleta de dados das 29 variáveis no objeto de prova com o uso do paquímetro, o tempo médio da medição foi de 12 minutos, ao realizar a medição em um voluntário o tempo de medição foi superior a 15 minutos.

O tempo médio de medição das imagens coletadas do objeto de prova no software foi de 6 minutos, e por se tratar de medições em fotos não apresenta alterações quanto ao objeto. As dificuldades são evidenciadas por problemas das imagens pois no momento da captura existe reflexo na imagem, ou o indivíduo fotografado não está na postura prevista para a coleta, observou-se a importância da utilização de vidros anti-reflexo.

Outra ponto importante foi quanto a localização dos pontos de referência, em especial das pontas dos dedos, pois a determinação do ponto mais distante assim como o ponto central das pregas é fator dificultante em todas as técnicas.

Nas medições com paquímetro observou-se que outro fator que dificulta a medição é o ângulo que o aparelho é obrigado a ser colocado em relação ao voluntário, fato que provavelmente tenha gerado distorções nas medições.

A utilização do paquímetro é a que gera menor custo, apenas a aquisição do instrumento, as folhas para anotação, mão de obra e computador para realizar a tabulação e análise de dados, o custo do instrumento varia entre R\$ 300,00 e R\$ 600,00.

O método de coleta com fotogrametria depende da utilização de câmeras fotográficas e de equipamentos que garantam que todos os indivíduos da amostra serão mensurados em condições iguais, em especial nos aspectos de distância e alinhamento com a câmera fotográfica.

Neste trabalho foi utilizado uma plataforma que se demonstrou muito eficiente e prática, permitindo a coleta de forma padronizada mesmo com alternância de pessoas no seu manuseio. O citado equipamento permitiu ainda o deslocamento que a pesquisa exigiu, sendo levado para vários locais na cidade, fato que auxiliou isso foi que na construção o vidro foi previsto solto, ou seja quando a plataforma não está em uso se torna portátil. Observou-se ainda que podem ser utilizadas outras câmeras, desde que possuam local de fixação da mesma medida prevista no

equipamento, pois a calibragem pode ser realizada por foto. O custo de cada plataforma foi de R\$ 100,00 cada, para este trabalho.

Quanto a câmera, a sua resolução não necessitou ser superior a 1.2 MP, não se utilizou o zoom, que não é indicado nestes casos pelos erros de distorção que gera, e como foi dito necessita de um local de fixação na plataforma, e permitir a fotografia sem flash. Existem no mercado câmeras com estas características custando menos de R\$ 500,00.

Para a realização das medidas no software é necessário o desenvolvimento ou aquisição deste, seu custo varia do volume de atribuições necessárias para a pesquisa, neste caso, exigia a entrada de dados de 4 variáveis e a mensuração métrica simples de 29 variáveis. Seu desenvolvimento ocorreu a partir da estrutura já existente do LABERGO, porém foi realizado um orçamento com um profissional da área de desenvolvimento de sistemas que alegou que o custo para a construção deste sistema seria de R\$ 1.500,00.

O custo de instrumentação da fotogrametria neste projeto foi de R\$ 2.100,00, considerando a construção de uma plataforma e a utilização de uma câmera fotográfica digital.

Para a realização da pesquisa de amostragem com 2200 pessoas (resultados serão apresentados a seguir), investiu-se na formação de 12 medidores, foram utilizadas 2 câmeras fotográficas, duas plataformas, dois estadiômetros de fita metálica (R\$ 350,00 cada), uma balança doméstica (R\$ 45,00), o tempo total de medição foi de 75 horas distribuídas nos locais de coleta, para as medições foram utilizados 4 computadores equipados com o software desenvolvido para este fim existentes no LABERGO e 6 medidores se revezaram totalizando 293 horas de medições

Outro aspecto observado nas coletas de dados foi que a população em geral define entre participar ou não da pesquisa de acordo com as entidades envolvidas na pesquisa, pois foi percebido que apenas após explanação de que se tratava de uma pesquisa vinculada a UFPR os indivíduos aceitavam continuar ouvindo sobre o trabalho e se propunham a participar, apenas seis pessoas após serem abordados e receberem as orientações do trabalho negaram-se a participar da pesquisa, três delas porque não queriam expressar o peso ou permitir que fossem pesadas, uma pessoa porque não acreditou ser uma pesquisa de mestrado da UFPR pela ausência de crachás nos medidores, e duas relataram não ter tempo. Houve várias

peessoas que após a abordagem e explicações foi observado que os excluía das condições para participar da pesquisa, tais como dedos amputados, menor idade, alterações congênitas ou deformidades nos dedos.

Desta maneira o custo estimado total para realizar a coleta de dados, considerando o custo de construção da plataforma, câmeras e sistema de medição (R\$ 2.100,00), somado ao valor dos materiais de suporte como estadiometro e balança (R\$ 745,00), e a mão de obra (estimada em R\$ 4.000,00), seria de R\$ 6.845,00. Sem estimar o valor de consultoria da professora orientadora e o trabalho do pesquisador.

4.3 ESTUDO ANTROPOMÉTRICO POPULACIONAL

Quando iniciada a etapa de coleta de dados em campo, percebeu-se que para superar a capacidade de coleta de cada plataforma foram necessários mais de 4 medidores, onde um manuseava a plataforma, registrando os dados da amostra, e realizado as fotografias e os outros três se ocupavam de abordar as pessoas, orientar e coletar os dados in-loco. Vale destacar que o tempo médio de coleta de dados em campo foi de 6 minutos, entre a abordagem e a fotografia da mão. Este tempo sofreu grande variação de acordo com o local de coleta e a idade do voluntário, o local de maior dificuldade para coletar os dados foi em parque público, pois os transeuntes, mesmo em grande número, negavam-se a colaborar. Neste local, o índice de aceite foi muito baixo, em contrapartida quando realizadas as coletas em locais fechados (escolas, faculdades, restaurante) o índice de participação foi muito favorável.

Percebeu-se ainda que o gargalo da coleta de dados não é a plataforma e sim os dados de coleta in-loco e principalmente o tempo que o voluntário demora para ler e preencher o termo de consentimento esclarecido, por isso não foram utilizadas as 4 plataformas construídas

Para favorecer a coleta de dados, foram capacitadas 12 pessoas, que trabalharam de maneira alternada nas coletas.

Os dados a seguir foram coletados através da fotogrametria com a utilização da plataforma de coleta de dados desenvolvida para este fim, e mensurados com o uso do software descrito na metodologia.

4.3.1 Análise descritiva da população

Inicialmente serão descritos os resultados quanto ao delineamento da amostra estratificada, masculino e feminino. Tem-se então que a amostra analisada foi de 2.104 pessoas sendo 1.070 (50,8%) são do sexo feminino e 1.034 (49,1%) são do sexo masculino, conforme apresentado no gráfico 1, assumindo um grau de confiança de 95%, garantem um erro menor que 2,9% bilateral para a amostra feminina, e procedendo-se da mesma forma para o sexo masculino um erro menor que 3,0% bilateral. Ao se considerar a amostra como um todo (2.104 indivíduos) o erro é menor que 1,95% bilateral

Sendo assim pode-se sobre a amostra recolhida tirar conclusões referentes a toda à população da cidade de Curitiba/Pr com mais de 18 anos de idade, considerando o erro.

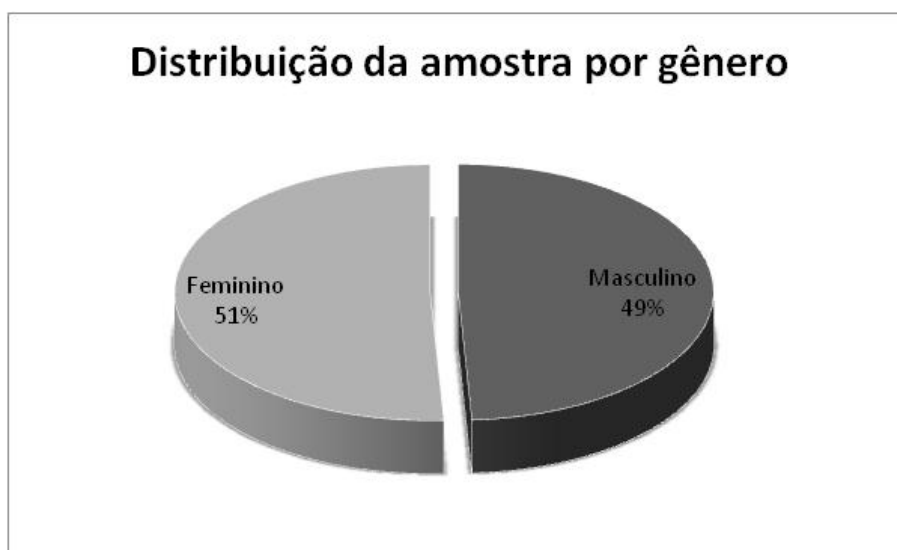


Gráfico 1 – Divisão da amostra por gênero

A idade média dos indivíduos foi de 30,3 anos, a idade mínima foi de 18 anos e a máxima de 83 anos, mostrando que indivíduos em todas as faixas etárias foram contemplados pela amostra, o gráfico abaixo mostra a distribuição dos indivíduos segunda as faixas etárias em ambos os sexos.

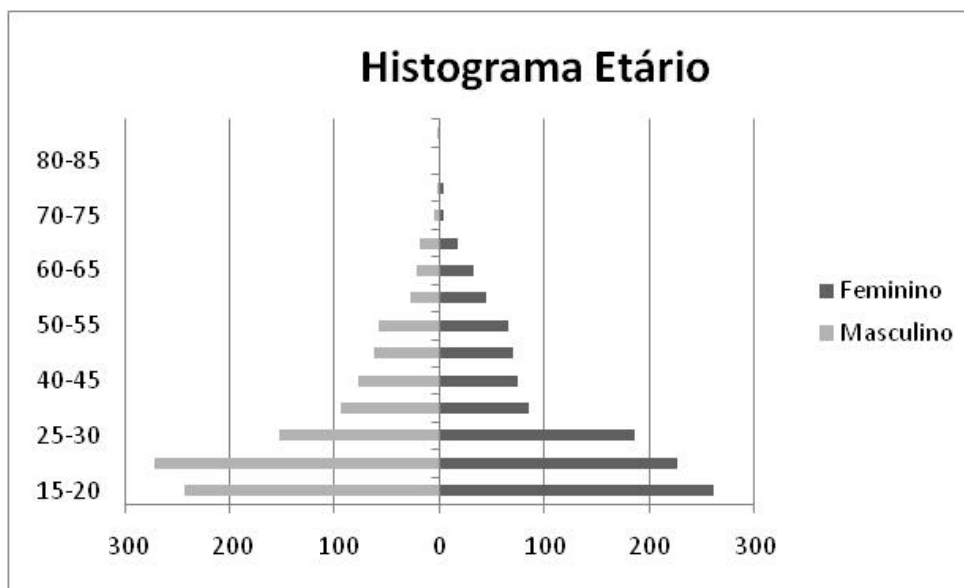


Gráfico 2 – Histograma /Pirâmide etária da amostra pesquisada

Com relação à estatura, a média foi de 169,5 cm o indivíduo mais baixo entrevistado apresentou uma altura de 143 cm e o indivíduo mais alto apresentou 200 cm, o histograma abaixo mostra a distribuição dos indivíduos segundo faixa de altura. Como pode ser visualizado, indivíduos de todas as estaturas foram entrevistados de forma homogênea, evidenciando a representatividade da amostra.

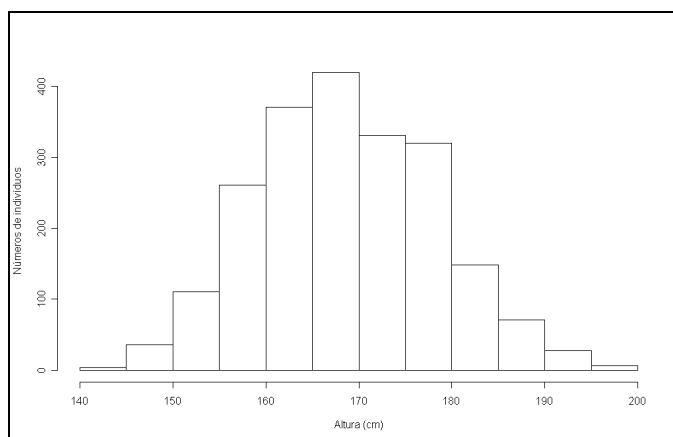


Gráfico 3 – Histograma da estatura da amostra pesquisada

Outra medida interessante para descrever a amostra é a massa. A média desta variável foi de 69,2 kg sendo que a pessoa de menor massa entrevistada apresentou 38,0 kg e a maior 150 kg, como para as outras variáveis a amostra contempla indivíduos em todas as faixas de massa, o histograma abaixo mostra esta distribuição.

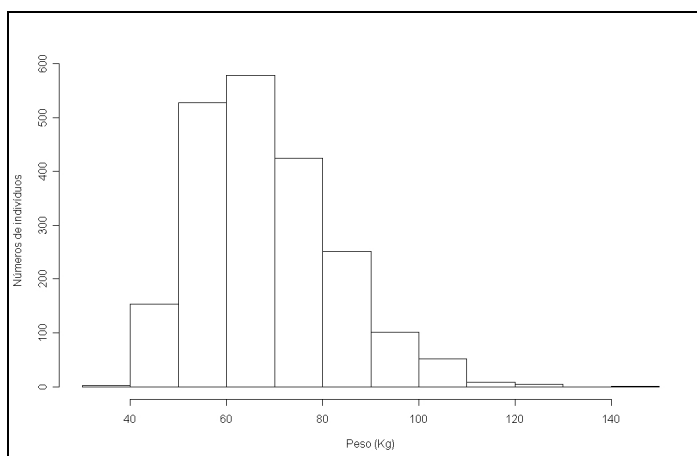


Gráfico 4 – Histograma da massa da amostra pesquisada

Outra variável que descreve a amostra é a correspondente a mão dominante, dos 2.104 indivíduos entrevistados, 1.950 (92,7%) declararam ter a mão direita como dominante, 147 (7,0%) declararam ter a mão esquerda como dominante e 7 (0,3%) serem ambidestros, o gráfico abaixo representa esta divisão considerando os gêneros.

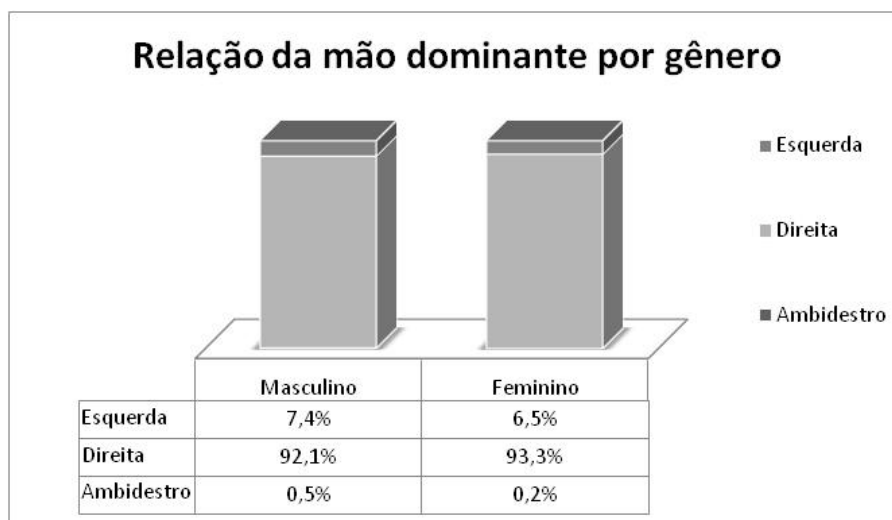


Gráfico 5 – Relação entre as mãos dominantes por gênero

A seguir apresenta-se os principais aspectos das estatísticas descritivas utilizadas neste trabalho. Para caracterizar o conjunto de dados de forma resumida, as tabelas 6 a 11 apresentam as médias, medianas e percentis considerando 1%, 5%, 50%, 95% e 99%. Descreve-se ainda a variância o desvio padrão e o coeficiente de variação.

Todas estas medidas descritivas foram calculadas para cada uma das 58 variáveis, em estudo, sendo 29 de cada uma das mãos. Além disso, calculou-se todas as medidas também divididas por sexo, as próximas 6 tabelas, trazem as medidas descritivas coletadas na amostra através do uso da fotogrametria. Primeiro para toda a população indiferente do sexo separados em mão direita e mão esquerda, em seguida apenas para o sexo masculino e após apenas para o sexo feminino seguindo a mesma seqüência com a divisão entre as medidas da mão direita e esquerda.

Tabela 6 – Medidas descritivas todas as medidas da mão direita, para todos os indivíduos – Fotogrametria.

		Média (mm)	Mediana (mm)	Desvio Padrão (mm)	Variância	Coeficiente de variação	Percentis (mm)				
							1%	5%	50%	95%	99%
1	Largura palma da mão	86,9	86,5	7,1	0,51	0,08	72,1	76,2	86,5	98,8	105,5
2	Largura proximal do 2º dedo	19,7	19,6	2,1	0,04	0,10	15,1	16,7	19,6	23,3	25,2
3	Largura distal do 2º dedo	17,0	16,9	1,9	0,03	0,11	12,9	14,0	16,9	20,5	21,9
4	Largura proximal do 3º dedo	19,4	19,3	2,0	0,04	0,10	15,2	16,2	19,3	23,0	24,8
5	Largura distal do 3º dedo	16,8	16,7	1,9	0,03	0,11	12,8	13,9	16,7	20,3	21,7
6	Largura proximal do 4º dedo	18,4	18,3	2,0	0,04	0,10	14,3	15,4	18,3	21,9	23,6
7	Largura distal do 4º dedo	15,9	15,8	1,9	0,03	0,11	12,0	13,1	15,8	19,3	20,8
8	Largura proximal do 5º dedo	16,5	16,4	1,9	0,03	0,11	12,3	13,4	16,4	19,9	21,3
9	Largura distal do 5º dedo	14,8	14,8	1,8	0,03	0,12	10,9	11,9	14,8	18,0	19,5
10	Comprimento Total da mão	179,6	179,1	12,2	1,51	0,06	153,9	160,7	179,1	199,9	208,3
11	Comprimento total do 1º dedo	61,9	61,7	5,7	0,33	0,09	49,4	52,8	61,7	71,7	76,1
12	Comprimento proximal do 1º dedo	32,5	32,4	4,8	0,19	0,13	23,1	25,7	32,4	40,1	43,8
13	Comprimento distal do 1º dedo	30,0	29,9	3,0	0,09	0,10	23,5	25,2	29,9	35,2	37,8
14	Comprimento total do 2º dedo	71,0	70,8	5,1	0,26	0,07	59,5	63,0	70,8	80,0	83,9
15	Comprimento proximal do 2º dedo	24,7	24,6	2,7	0,07	0,11	18,4	20,3	24,6	29,5	31,8
16	Comprimento medial do 2º dedo	21,2	21,1	2,4	0,05	0,11	16,2	17,6	21,1	25,4	27,6
17	Comprimento distal do 2º dedo	25,2	25,1	2,3	0,05	0,09	20,1	21,7	25,1	29,3	31,1
18	Comprimento total do 3º dedo	78,8	78,5	5,6	0,31	0,07	67,1	70,3	78,5	88,2	92,2
19	Comprimento proximal do 3º dedo	27,8	27,9	2,9	0,08	0,10	21,3	23,3	27,9	32,9	35,2
20	Comprimento medial do 3º dedo	24,5	24,4	2,6	0,06	0,10	18,9	20,4	24,4	29,1	31,2
21	Comprimento distal do 3º dedo	26,4	26,3	2,4	0,06	0,09	21,3	22,8	26,3	30,8	32,5
22	Comprimento total do 4º dedo	73,6	73,3	5,6	0,32	0,07	61,5	64,9	73,3	83,3	87,6
23	Comprimento proximal do 4º dedo	24,4	24,4	2,8	0,08	0,11	18,2	19,9	24,4	29,3	31,4
24	Comprimento medial do 4º dedo	22,8	22,7	2,5	0,06	0,10	17,4	18,9	22,7	27,2	29,4
25	Comprimento distal do 4º dedo	26,4	26,3	2,5	0,06	0,09	21,0	22,7	26,3	30,7	32,6
26	Comprimento total do 5º dedo	59,7	59,6	5,0	0,25	0,08	49,0	51,8	59,6	68,4	72,1
27	Comprimento proximal do 5º dedo	18,9	18,9	2,4	0,06	0,12	13,6	15,1	18,9	23,2	24,9
28	Comprimento medial do 5º dedo	16,7	16,7	2,2	0,04	0,13	11,7	13,1	16,7	20,4	22,0
29	Comprimento distal do 5º dedo	24,2	24,2	2,6	0,06	0,10	19,4	20,6	24,2	28,1	29,9

Tabela 7 - Medidas descritivas todas as medidas da mão esquerda, para todos os indivíduos - Fotogrametria.

		Média (mm)	Mediana (mm)	Desvio Padrão (mm)	Variância	Coefficiente de variação	Percentis (mm)				
							1%	5%	50%	95%	99%
1	Largura palma da mão	86,2	86,0	7,4	0,55	0,08	71,3	75,0	86,0	98,4	104,1
2	Largura proximal do 2º dedo	19,2	19,1	2,0	0,04	0,10	14,5	16,0	19,1	22,7	24,2
3	Largura distal do 2º dedo	16,3	16,3	1,9	0,03	0,12	12,2	13,2	16,3	19,8	21,2
4	Largura proximal do 3º dedo	18,8	18,8	2,0	0,04	0,10	14,5	15,6	18,8	22,3	23,7
5	Largura distal do 3º dedo	16,3	16,1	1,9	0,03	0,11	12,2	13,4	16,1	19,5	21,4
6	Largura proximal do 4º dedo	17,8	17,7	2,0	0,04	0,11	13,7	14,7	17,7	21,2	23,1
7	Largura distal do 4º dedo	15,5	15,5	1,8	0,03	0,11	11,8	12,7	15,5	18,7	20,2
8	Largura proximal do 5º dedo	16,2	16,1	2,0	0,04	0,12	11,9	13,1	16,1	19,8	21,3
9	Largura distal do 5º dedo	14,7	14,5	4,0	0,16	0,27	10,3	11,6	14,5	17,9	19,5
10	Comprimento Total da mão	179,8	179,5	12,6	1,59	0,07	154,8	160,1	179,5	200,3	208,4
11	Comprimento total do 1º dedo	60,5	60,4	5,9	0,35	0,09	47,8	51,3	60,4	70,5	75,1
12	Comprimento proximal do 1º dedo	31,7	31,7	4,4	0,19	0,13	21,8	24,5	31,7	39,2	42,2
13	Comprimento distal do 1º dedo	29,2	29,1	3,2	0,10	0,11	22,2	24,5	29,1	34,4	37,1
14	Comprimento total do 2º dedo	69,9	69,8	5,4	0,30	0,07	58,3	61,4	69,8	79,1	83,2
15	Comprimento proximal do 2º dedo	24,9	24,8	2,8	0,07	0,11	18,9	20,6	24,8	29,7	31,9
16	Comprimento medial do 2º dedo	21,1	21,1	2,4	0,06	0,11	15,7	17,2	21,1	25,4	27,5
17	Comprimento distal do 2º dedo	24,0	23,9	2,9	0,08	0,12	18,6	20,1	23,9	28,0	29,9
18	Comprimento total do 3º dedo	77,5	77,3	5,9	0,35	0,07	65,3	68,7	77,3	87,2	91,1
19	Comprimento proximal do 3º dedo	27,9	27,9	3,0	0,09	0,10	20,8	23,2	27,9	33,0	35,7
20	Comprimento medial do 3º dedo	24,6	24,5	2,6	0,07	0,10	18,7	20,4	24,5	29,2	31,5
21	Comprimento distal do 3º dedo	25,1	25,0	2,8	0,08	0,11	19,7	21,1	25,0	29,3	31,3
22	Comprimento total do 4º dedo	72,4	72,2	5,8	0,33	0,08	61,2	63,8	72,2	82,0	86,1
23	Comprimento proximal do 4º dedo	24,5	24,4	2,7	0,07	0,11	18,2	20,2	24,4	29,2	31,5
24	Comprimento medial do 4º dedo	22,9	22,9	2,5	0,06	0,11	17,1	18,9	22,9	27,4	29,4
25	Comprimento distal do 4º dedo	25,2	25,0	2,7	0,07	0,10	19,3	21,1	25,0	29,7	31,2
26	Comprimento total do 5º dedo	59,1	58,8	5,4	0,29	0,09	48,0	51,0	58,8	68,0	71,8
27	Comprimento proximal do 5º dedo	19,0	19,0	2,5	0,06	0,13	13,5	15,1	19,0	23,3	25,5
28	Comprimento medial do 5º dedo	17,0	17,0	2,3	0,05	0,13	12,1	13,3	17,0	21,0	22,9
29	Comprimento distal do 5º dedo	23,1	23,0	2,4	0,05	0,10	17,8	19,4	23,0	27,3	29,4

Tabela 8 - Medidas descritivas todas as medidas da mão direita para os indivíduos do sexo masculino – Fotogrametria.

		Média (mm)	Mediana (mm)	Desvio Padrão (mm)	Variância	Coefficiente de variação	Percentis (mm)				
							1%	5%	50%	95%	99%
1	Largura palma da mão	91,4	91,0	5,7	0,32	0,06	80,6	82,9	91,0	101,5	107,9
2	Largura proximal do 2º dedo	20,8	20,8	2,0	0,04	0,09	16,2	17,6	20,8	24,1	25,8
3	Largura distal do 2º dedo	17,9	17,9	1,8	0,03	0,10	13,6	14,8	17,9	21,0	22,5
4	Largura proximal do 3º dedo	20,5	20,5	1,9	0,03	0,09	16,1	17,3	20,5	23,8	25,9
5	Largura distal do 3º dedo	17,8	17,7	1,8	0,03	0,10	13,9	15,0	17,7	21,0	22,5
6	Largura proximal do 4º dedo	19,4	19,4	1,8	0,03	0,09	15,5	16,4	19,4	22,6	24,3
7	Largura distal do 4º dedo	17,0	16,9	1,7	0,02	0,10	13,2	14,3	16,9	20,0	21,1
8	Largura proximal do 5º dedo	17,5	17,5	1,8	0,03	0,10	13,4	14,6	17,5	20,5	22,0
9	Largura distal do 5º dedo	15,8	15,8	1,6	0,02	0,10	12,0	13,2	15,8	18,6	19,8
10	Comprimento Total da mão	187,5	187,4	9,6	0,92	0,05	166,5	169,5	187,4	203,8	210,9
11	Comprimento total do 1º dedo	64,9	64,7	5,1	0,26	0,07	53,6	57,0	64,7	73,2	78,0
12	Comprimento proximal do 1º dedo	34,2	34,0	4,2	0,18	0,12	24,9	27,1	34,0	41,4	45,2
13	Comprimento distal do 1º dedo	31,3	31,4	2,9	0,08	0,09	24,5	26,6	31,4	36,5	38,6
14	Comprimento total do 2º dedo	73,3	73,3	4,7	0,22	0,06	63,4	65,9	73,3	81,3	84,8
15	Comprimento proximal do 2º dedo	25,2	25,2	2,7	0,07	0,11	18,8	20,6	25,2	30,0	32,2
16	Comprimento medial do 2º dedo	22,0	21,9	2,4	0,05	0,11	16,6	18,2	21,9	26,2	27,8
17	Comprimento distal do 2º dedo	26,4	26,5	2,1	0,04	0,08	21,5	23,1	26,5	30,0	31,6
18	Comprimento total do 3º dedo	81,7	81,6	5,0	0,25	0,06	71,2	73,7	81,6	90,5	94,1
19	Comprimento proximal do 3º dedo	28,8	28,7	2,9	0,08	0,10	22,3	24,4	28,7	33,7	36,0
20	Comprimento medial do 3º dedo	25,3	25,3	2,5	0,06	0,10	20,0	21,4	25,3	29,9	31,7
21	Comprimento distal do 3º dedo	27,7	27,8	2,2	0,04	0,07	22,9	24,2	27,8	31,5	33,0
22	Comprimento total do 4º dedo	76,6	76,7	5,1	0,26	0,06	64,1	68,6	76,7	85,3	89,0
23	Comprimento proximal do 4º dedo	25,4	25,4	2,7	0,07	0,10	19,3	20,9	25,4	30,0	32,3
24	Comprimento medial do 4º dedo	23,7	23,5	2,5	0,06	0,10	17,8	19,8	23,5	27,9	29,9
25	Comprimento distal do 4º dedo	27,7	27,8	2,3	0,05	0,08	22,3	24,1	27,8	31,6	33,5
26	Comprimento total do 5º dedo	62,3	62,2	4,5	0,20	0,07	52,2	55,1	62,2	69,9	73,0
27	Comprimento proximal do 5º dedo	19,6	19,5	2,4	0,06	0,12	14,2	15,7	19,5	23,8	25,5
28	Comprimento medial do 5º dedo	17,4	17,5	2,2	0,04	0,12	12,3	13,9	17,5	20,9	22,7
29	Comprimento distal do 5º dedo	25,5	25,5	2,6	0,07	0,10	20,3	22,1	25,5	28,8	30,5

Tabela 9 - Medidas descritivas todas as medidas da mão esquerda para os indivíduos do sexo masculino - Fotogrametria

		Média (mm)	Mediana (mm)	Desvio Padrão (mm)	Variância	Coefficiente de variação	Percentis (mm)				
							1%	5%	50%	95%	99%
1	Largura palma da mão	90,7	90,6	6,1	0,38	0,06	78,4	82,0	90,6	100,5	107,2
2	Largura proximal do 2º dedo	20,2	20,2	1,9	0,03	0,09	15,3	17,0	20,2	23,3	24,6
3	Largura distal do 2º dedo	17,3	17,3	1,9	0,03	0,10	13,1	14,2	17,3	20,4	21,7
4	Largura proximal do 3º dedo	19,8	19,9	1,9	0,03	0,09	15,4	16,8	19,9	22,9	25,0
5	Largura distal do 3º dedo	17,2	17,2	1,7	0,03	0,10	13,4	14,4	17,2	20,4	22,0
6	Largura proximal do 4º dedo	18,8	18,8	1,9	0,03	0,10	14,5	15,7	18,8	22,0	23,9
7	Largura distal do 4º dedo	16,5	16,4	1,6	0,02	0,10	12,8	13,8	16,4	19,2	20,6
8	Largura proximal do 5º dedo	17,3	17,3	1,9	0,03	0,11	13,5	14,3	17,3	20,6	21,9
9	Largura distal do 5º dedo	15,8	15,7	5,3	0,28	0,33	11,9	13,0	15,7	18,5	20,1
10	Comprimento Total da mão	187,8	187,7	10,2	1,06	0,05	167,5	172,7	187,7	203,7	210,6
11	Comprimento total do 1º dedo	63,7	63,8	5,3	0,28	0,08	52,0	55,5	63,8	72,3	77,6
12	Comprimento proximal do 1º dedo	33,4	33,4	4,2	0,18	0,12	23,7	26,4	33,4	40,2	43,1
13	Comprimento distal do 1º dedo	30,8	30,9	3,1	0,09	0,10	24,3	26,2	30,9	35,4	37,8
14	Comprimento total do 2º dedo	72,5	72,4	5,2	0,27	0,07	61,9	64,7	72,4	80,5	85,0
15	Comprimento proximal do 2º dedo	25,6	25,5	2,8	0,08	0,11	19,0	20,9	25,5	30,5	32,5
16	Comprimento medial do 2º dedo	21,9	21,8	2,4	0,05	0,11	16,5	18,1	21,8	26,3	27,7
17	Comprimento distal do 2º dedo	25,4	25,3	3,2	0,10	0,12	20,4	21,9	25,3	28,9	30,5
18	Comprimento total do 3º dedo	80,6	80,7	5,5	0,30	0,06	69,6	72,5	80,7	89,1	92,0
19	Comprimento proximal do 3º dedo	28,9	28,9	3,0	0,09	0,10	21,8	24,2	28,9	33,9	36,0
20	Comprimento medial do 3º dedo	25,5	25,5	2,5	0,06	0,10	20,1	21,5	25,5	29,6	32,8
21	Comprimento distal do 3º dedo	26,6	26,4	2,8	0,08	0,10	21,7	23,0	26,4	29,9	32,0
22	Comprimento total do 4º dedo	75,5	75,6	5,4	0,29	0,07	64,3	67,3	75,6	83,8	87,5
23	Comprimento proximal do 4º dedo	25,2	25,1	2,8	0,08	0,11	19,1	20,8	25,1	30,0	32,7
24	Comprimento medial do 4º dedo	23,8	23,8	2,4	0,06	0,10	18,1	20,0	23,8	28,0	30,1
25	Comprimento distal do 4º dedo	26,7	26,6	2,5	0,06	0,09	21,7	23,2	26,6	30,3	31,9
26	Comprimento total do 5º dedo	61,9	61,9	5,0	0,25	0,08	51,4	54,0	61,9	69,5	72,5
27	Comprimento proximal do 5º dedo	19,6	19,6	2,5	0,06	0,13	13,8	15,5	19,6	24,0	25,9
28	Comprimento medial do 5º dedo	17,8	17,8	2,3	0,05	0,13	12,4	14,0	17,8	21,8	23,5
29	Comprimento distal do 5º dedo	24,5	24,5	2,0	0,04	0,08	20,0	21,2	24,5	28,2	29,8

Tabela 10 - Medidas descritivas todas as medidas da mão direita para os indivíduos do sexo feminino - Fotogrametria

		Média (mm)	Mediana (mm)	Desvio Padrão (mm)	Variância	Coefficiente de variação	Percentis (mm)				
							1%	5%	50%	95%	99%
1	Largura palma da mão	82,6	82,4	5,6	0,32	0,06	70,8	74,3	82,4	92,7	100,0
2	Largura proximal do 2º dedo	18,7	18,7	1,6	0,02	0,08	14,6	16,3	18,7	21,6	22,9
3	Largura distal do 2º dedo	16,1	16,1	1,5	0,02	0,09	12,4	13,6	16,1	18,7	20,6
4	Largura proximal do 3º dedo	18,3	18,3	1,6	0,02	0,08	14,6	15,9	18,3	21,0	22,9
5	Largura distal do 3º dedo	15,9	15,9	1,5	0,02	0,09	12,5	13,4	15,9	18,5	19,9
6	Largura proximal do 4º dedo	17,4	17,4	1,6	0,02	0,09	13,7	15,0	17,4	20,4	20,8
7	Largura distal do 4º dedo	14,9	15,0	1,4	0,02	0,09	11,6	12,7	15,0	17,4	18,5
8	Largura proximal do 5º dedo	15,5	15,5	1,5	0,02	0,10	12,0	13,1	15,5	18,1	19,9
9	Largura distal do 5º dedo	13,8	13,9	14,7	0,02	0,10	10,5	11,5	13,9	16,3	17,5
10	Comprimento Total da mão	172,0	171,4	9,5	0,90	0,05	152,8	157,2	171,4	189,1	198,3
11	Comprimento total do 1º dedo	59,0	58,9	4,7	0,22	0,08	47,9	51,5	58,9	67,3	71,4
12	Comprimento proximal do 1º dedo	30,9	31,0	3,8	0,15	0,12	22,4	24,7	31,0	37,3	40,2
13	Comprimento distal do 1º dedo	28,7	28,6	2,5	0,06	0,09	22,9	24,5	28,6	33,2	35,3
14	Comprimento total do 2º dedo	68,6	68,6	4,4	0,19	0,06	58,6	61,8	68,6	76,0	80,1
15	Comprimento proximal do 2º dedo	24,2	24,0	2,6	0,07	0,11	18,2	20,0	24,0	28,8	31,0
16	Comprimento medial do 2º dedo	20,5	20,5	2,2	0,04	0,10	16,0	17,2	20,5	24,2	26,4
17	Comprimento distal do 2º dedo	24,1	24,0	1,9	0,03	0,07	19,7	21,1	24,0	27,4	29,1
18	Comprimento total do 3º dedo	75,9	75,8	4,6	0,21	0,06	65,5	68,9	75,8	83,9	87,9
19	Comprimento proximal do 3º dedo	27,0	27,0	2,7	0,07	0,10	21,0	22,7	27,0	31,3	33,8
20	Comprimento medial do 3º dedo	23,7	23,6	2,4	0,05	0,10	18,1	19,9	23,6	28,0	29,6
21	Comprimento distal do 3º dedo	25,2	25,0	2,0	0,04	0,07	21,0	22,2	25,0	28,8	31,2
22	Comprimento total do 4º dedo	70,7	70,7	4,5	0,20	0,06	60,3	63,8	70,7	78,3	82,6
23	Comprimento proximal do 4º dedo	23,5	23,5	2,6	0,06	0,11	17,8	19,3	23,5	28,1	30,4
24	Comprimento medial do 4º dedo	22,0	22,0	2,2	0,05	0,10	17,2	18,6	22,0	25,9	27,9
25	Comprimento distal do 4º dedo	25,2	25,1	2,0	0,04	0,08	20,5	22,2	25,1	28,8	30,6
26	Comprimento total do 5º dedo	57,1	57,0	4,2	0,17	0,07	48,1	50,6	57,0	63,8	67,7
27	Comprimento proximal do 5º dedo	18,3	18,3	2,2	0,05	0,12	13,3	14,6	18,3	22,2	24,3
28	Comprimento medial do 5º dedo	15,9	16,0	1,9	0,03	0,12	11,2	12,8	16,0	19,2	20,9
29	Comprimento distal do 5º dedo	23,0	23,0	1,8	0,03	0,08	18,8	20,1	23,0	26,1	28,3

Tabela 11 - Medidas descritivas todas as medidas da mão esquerda para os indivíduos do sexo feminino - Fotogrametria

		Média (mm)	Mediana (mm)	Desvio Padrão (mm)	Variância	Coefficiente de variação	Percentis (mm)				
							1%	5%	50%	95%	99%
1	Largura palma da mão	81,8	81,4	5,7	0,33	0,07	69,8	73,3	81,4	92,3	99,5
2	Largura proximal do 2º dedo	18,2	18,3	1,6	0,02	0,09	14,3	15,7	18,3	21,1	22,5
3	Largura distal do 2º dedo	15,4	15,4	1,6	0,02	0,10	11,8	12,8	15,4	18,2	19,5
4	Largura proximal do 3º dedo	17,8	17,8	1,6	0,02	0,09	14,1	15,4	17,8	20,5	22,1
5	Largura distal do 3º dedo	15,3	15,4	1,5	0,02	0,09	11,7	13,0	15,4	17,8	19,3
6	Largura proximal do 4º dedo	16,8	16,8	1,6	0,02	0,09	13,3	14,3	16,8	19,8	21,2
7	Largura distal do 4º dedo	14,5	14,5	1,4	0,02	0,10	11,1	12,3	14,5	17,1	18,4
8	Largura proximal do 5º dedo	15,2	15,2	1,6	0,02	0,10	11,7	12,6	15,2	17,8	19,3
9	Largura distal do 5º dedo	13,6	13,5	1,5	0,02	0,11	10,0	11,0	13,5	16,2	17,7
10	Comprimento Total da mão	172,0	171,5	9,5	0,90	0,05	151,6	157,9	171,5	188,9	199,1
11	Comprimento total do 1º dedo	57,5	57,5	4,7	0,22	0,08	46,9	49,7	57,5	64,7	69,3
12	Comprimento proximal do 1º dedo	30,0	29,9	3,9	0,15	0,13	21,0	23,8	29,9	36,6	39,9
13	Comprimento distal do 1º dedo	27,7	27,6	2,6	0,06	0,09	21,5	23,7	27,6	32,0	33,9
14	Comprimento total do 2º dedo	67,4	67,2	4,4	0,20	0,06	57,7	60,2	67,2	75,2	79,6
15	Comprimento proximal do 2º dedo	24,3	24,2	2,6	0,06	0,10	18,8	20,3	24,2	28,8	30,6
16	Comprimento medial do 2º dedo	20,4	20,4	2,3	0,05	0,11	15,4	16,7	20,4	24,2	26,6
17	Comprimento distal do 2º dedo	22,6	22,6	1,9	0,03	0,08	18,2	19,5	22,6	26,0	27,8
18	Comprimento total do 3º dedo	74,5	74,2	4,6	0,21	0,06	64,4	67,4	74,2	82,4	86,4
19	Comprimento proximal do 3º dedo	27,1	27,0	2,8	0,07	0,10	20,1	22,6	27,0	31,9	34,3
20	Comprimento medial do 3º dedo	23,7	23,7	2,4	0,06	0,10	18,1	19,8	23,7	27,9	30,7
21	Comprimento distal do 3º dedo	23,7	23,6	2,0	0,04	0,08	19,2	20,5	23,6	27,4	29,1
22	Comprimento total do 4º dedo	69,5	69,4	4,5	0,20	0,06	59,5	62,6	69,4	77,3	81,5
23	Comprimento proximal do 4º dedo	23,8	23,7	2,5	0,06	0,10	17,9	19,7	23,7	28,3	30,1
24	Comprimento medial do 4º dedo	22,0	22,0	2,3	0,05	0,10	16,5	18,4	22,0	26,2	27,8
25	Comprimento distal do 4º dedo	23,7	23,7	2,0	0,04	0,08	18,9	20,5	23,7	27,1	28,8
26	Comprimento total do 5º dedo	56,4	56,2	4,3	0,18	0,07	46,5	49,8	56,2	64,0	69,0
27	Comprimento proximal do 5º dedo	18,4	18,5	2,3	0,05	0,12	13,4	14,7	18,5	22,3	24,3
28	Comprimento medial do 5º dedo	16,3	16,2	2,0	0,04	0,12	11,8	12,9	16,2	19,7	21,5
29	Comprimento distal do 5º dedo	21,8	21,8	1,9	0,03	0,08	17,2	18,6	21,8	25,0	26,5

4.3.2 Testes de comparações bivariados.

Três testes foram utilizados para testar as hipóteses levantadas, o primeiro foi o teste T em duas versões para dados pareados e não-pareados, porém foi verificado que este teste não é o mais adequado para os dados em do trabalho, mesmo assim, escolheu-se pela manutenção da apresentação destes dados como um resultado complementar aos testes não paramétricos utilizados, e que serão apresentados na seqüência.

Teste de Wilcoxon – Este teste considera o valor das diferenças, sendo assim um dos teste não paramétrico dos mais poderosos e “populares”, este teste utiliza ranks, pois atribui postos ao ordenar as diferenças entre os pares. As principais exigências para a aplicação deste teste e que os pares (X_i, Y_i) são mutuamente independentes, as diferenças d_i são variáveis contínuas, com distribuição simétrica. Este teste foi escolhido por ser considerado o equivalente não paramétrico ao teste t - pareado.

Teste U de Mann Whitney – É um teste não paramétrico este teste se aplica na comparação de dois grupos independentes, para se verificar se pertencem ou não a mesma população. Na verdade, verifica-se se há evidências para acreditar que valores de um grupo X são superiores aos valores do grupo Y.

A interpretação dos testes é sempre feita baseada no p-valor, sendo que, p-valores baixos indicam rejeição à hipótese nula, e p-valores altos aceitação a hipótese nula, as próximas 3 tabelas apresentam os resultados da aplicação destes testes para cada uma das variáveis em análise.

Tabela 12 – Resultados dos testes Wilcoxon e T - pareado, comparando as medidas da mão direita e esquerda, entre todos os indivíduos.

		Estatística V	p-valor	Estatística T	p-valor	Diferença Média
1	Largura palma da mão	1414085,0	<2,2e-16	11,67	<2,2e-16	0,07
2	Largura proximal do 2º dedo	1455417,0	<2,2e-16	17,10	<2,2e-16	0,05
3	Largura distal do 2º dedo	1525023,0	<2,2e-16	20,24	<2,2e-16	0,06
4	Largura proximal do 3º dedo	1461690,0	<2,2e-16	17,51	<2,2e-16	0,06
5	Largura distal do 3º dedo	1457688,0	<2,2e-16	18,78	<2,2e-16	0,06
6	Largura proximal do 4º dedo	1497474,0	<2,2e-16	18,38	<2,2e-16	0,06
7	Largura distal do 4º dedo	1379025,0	<2,2e-16	15,18	<2,2e-16	0,04
8	Largura proximal do 5º dedo	1244322,0	0,00	7,75	0,00	0,02
9	Largura distal do 5º dedo	1237615,0	0,00	1,82	0,07	0,02
10	Comprimento Total da mão	1017851,0	0,00	-1,43	0,15	-0,01
11	Comprimento total do 1º dedo	1505941,0	<2,2e-16	15,77	<2,2e-16	0,14
12	Comprimento proximal do 1º dedo	1339105,0	<2,2e-16	10,11	<2,2e-16	0,09
13	Comprimento distal do 1º dedo	1404285,0	<2,2e-16	11,92	<2,2e-16	0,07
14	Comprimento total do 2º dedo	1588090,0	<2,2e-16	17,01	<2,2e-16	0,11
15	Comprimento proximal do 2º dedo	944110,5	0,00	-4,46	0,00	-0,02
16	Comprimento medial do 2º dedo	1125432,0	0,02	2,56	0,01	0,01
17	Comprimento distal do 2º dedo	1777707,0	<2,2e-16	22,40	<2,2e-16	0,13
18	Comprimento total do 3º dedo	1687064,0	<2,2e-16	20,99	<2,2e-16	0,13
19	Comprimento proximal do 3º dedo	1010275,0	0,12	-1,61	0,11	-0,01
20	Comprimento medial do 3º dedo	966450,0	0,05	-2,05	0,04	-0,01
21	Comprimento distal do 3º dedo	1788067,0	<2,2e-16	25,50	<2,2e-16	0,13
22	Comprimento total do 4º dedo	1607581,0	<2,2e-16	18,27	<2,2e-16	0,12
23	Comprimento proximal do 4º dedo	1056305,0	0,85	-0,71	0,48	0,00
24	Comprimento medial do 4º dedo	999285,5	0,09	-1,54	0,12	-0,01
25	Comprimento distal do 4º dedo	1786334,0	<2,2e-16	26,19	<2,2e-16	0,13
26	Comprimento total do 5º dedo	1344083,0	<2,2e-16	9,65	<2,2e-16	0,06
27	Comprimento proximal do 5º dedo	1000989,0	0,06	-1,67	0,09	-0,01
28	Comprimento medial do 5º dedo	793021,5	<2,2e-16	-8,93	<2,2e-16	-0,04
29	Comprimento distal do 5º dedo	1702876,0	<2,2e-16	22,72	<2,2e-16	0,11

Tabela 13 – Resultados dos testes Wilcoxon e T - pareado, comparando as medidas da mão direita e esquerda, indivíduos do gênero masculino.

		Estatística V	p-valor	Estatística T	p-valor	Diferença Média
1	Largura palma da mão	326350	5,72e-13	6,13	1,249e-09	0,0655
2	Largura proximal do 2º dedo	360497,5	2,2e-16	12,2707	2,2e-16	0,0606
3	Largura distal do 2º dedo	362903,5	2,2e-16	13142	2,2e-16	0,0607
4	Largura proximal do 3º dedo	358721,5	2,2e-16	12,7155	2,2e-16	0,0643
5	Largura distal do 3º dedo	347521	2,2e-16	12,4884	2,2e-16	0,0572
6	Largura proximal do 4º dedo	361641,5	2,2e-16	12,2735	2,2e-16	0,0620
7	Largura distal do 4º dedo	344984	2,2e-16	11,1669	2,2e-16	0,0509
8	Largura proximal do 5º dedo	287894	4,905e-05	4,1439	3,694e-05	0,0203
9	Largura distal do 5º dedo	282463	0,001877	-0,0806	0,9358	-0,0013
10	Comprimento Total da mão	232021,5	0,00187	1,5976	0,1104	-0,0272
11	Comprimento total do 1º dedo	345452	2,2e-16	8,6571	2,2e-16	0,1182
12	Comprimento proximal do 1º dedo	313480	1090e-07	6,2375	6,472e-10	0,0795
13	Comprimento distal do 1º dedo	304525,5	1,090e-07	4,8177	1,669e-06	0,0468
14	Comprimento total do 2º dedo	356966	2,2e-16	8,5796	2,2e-16	0,0882
15	Comprimento proximal do 2º dedo	209334	9,875e-08	-5,0908	4,236e-07	-0,0401
16	Comprimento medial do 2º dedo	261067,5	0,6865	0,5796	0,5623	0,0041
17	Comprimento distal do 2º dedo	410831,5	2,2e-16	10,7651	2,2e-16	0,1082
18	Comprimento total do 3º dedo	375478,5	2,2e-16	105937	2,2e-16	0,1115
19	Comprimento proximal do 3º dedo	244694,5	0,2764	-0,9252	0,3551	-0,0075
20	Comprimento medial do 3º dedo	226639	0,02602	-2,4734	0,01354	-0,0178
21	Comprimento distal do 3º dedo	415221	2,2e-16	13,4835	2,2e-16	0,1183
22	Comprimento total do 4º dedo	374283	2,2e-16	10,4638	2,2e-16	0,1155
23	Comprimento proximal do 4º dedo	279977,5	0,007728	2,3569	0,01862	0,0187
24	Comprimento medial do 4º dedo	230361,5	0,008377	2,5623	0,01054	-0,0180
25	Comprimento distal do 4º dedo	404355	2,2e-16	12,9304	2,2e-16	0,1006
26	Comprimento total do 5º dedo	306081	20174e06	4,717	2,722e-06	0,0455
27	Comprimento proximal do 5º dedo	250207,5	0,7818	-0,2088	0,8346	-0,0015
28	Comprimento medial do 5º dedo	190518	5,36e-12	-6,778	2,045e-11	-0,0439
29	Comprimento distal do 5º dedo	389504,5	2,2e-16	11,6125	2,2e-16	0,0957

Tabela 14 – Resultados dos testes Wilcoxon e T - pareado, comparando as medidas da mão direita e esquerda, indivíduos do gênero feminino.

		Estatística V	p-valor	Estatística T	p-valor	Diferença Média
1	Largura palma da mão	383050,5	2,20e-16	1,18e+01	2,20e-16	8,19e-02
2	Largura proximal do 2º dedo	367392,5	2,20e-16	1,20e+01	2,20e-16	4,88e-02
3	Largura distal do 2º dedo	400604,5	2,20e-16	1,56e+01	2,20e-16	6,40e-02
4	Largura proximal do 3º dedo	372035	2,20e-16	1,21e+01	2,20e-16	5,09e-02
5	Largura distal do 3º dedo	382341	2,20e-16	1,42e+01	2,20e-16	5,63e-02
6	Largura proximal do 4º dedo	388032,5	2,20e-16	1,39e+01	2,20e-16	5,85e-02
7	Largura distal do 4º dedo	344503	2,20e-16	1,03e+01	2,20e-16	3,84e-02
8	Largura proximal do 5º dedo	331472	4,73e-13	7,20e+00	1,15e-12	2,76e-02
9	Largura distal do 5º dedo	338279,5	2,86e-13	7,79e+00	1,61e-14	3,11e-02
10	Comprimento Total da mão	277976,5	9,56e-01	2,15e-01	8,30e-01	-2,40e-03
11	Comprimento total do 1º dedo	409695	2,20e-16	1,44e+01	2,20e-16	1,52e-01
12	Comprimento proximal do 1º dedo	357459	4,22e-15	8,14e+00	1,09e-15	9,27e-02
13	Comprimento distal do 1º dedo	401553,5	2,20e-16	1,30e+01	2,20e-16	9,96e-02
14	Comprimento total do 2º dedo	438884	2,20e-16	1,72e+01	2,20e-16	1,24e-01
15	Comprimento proximal do 2º dedo	264305	1,82e-01	1,15e+00	2,49e-01	-8,40e-03
16	Comprimento medial do 2º dedo	303678,5	1,83e-03	3,26e+00	1,14e-03	1,92e-02
17	Comprimento distal do 2º dedo	479748,5	2,20e-16	2,66e+01	2,20e-16	1,46e-01
18	Comprimento total do 3º dedo	469764,5	2,20e-16	2,25e+01	2,20e-16	1,46e-01
19	Comprimento proximal do 3º dedo	260686	2,57e-01	1,36e+00	1,73e-01	-1,02e-02
20	Comprimento medial do 3º dedo	257219	5,48e-01	4,18e-01	6,76e-01	-2,90e-03
21	Comprimento distal do 3º dedo	479971,5	2,20e-16	2,53e+01	2,20e-16	1,50e-01
22	Comprimento total do 4º dedo	431374,5	2,20e-16	1,74e+01	2,20e-16	1,21e-01
23	Comprimento proximal do 4º dedo	246564	2,85e-03	3,58e+00	3,59e-04	-2,56e-02
24	Comprimento medial do 4º dedo	270581,5	7,94e-01	4,81e-01	6,31e-01	3,00e-03
25	Comprimento distal do 4º dedo	489325	2,20e-16	2,65e+01	2,20e-16	1,52e-01
26	Comprimento total do 5º dedo	367628,5	2,20e-16	9,73e+00	2,20e-16	6,90e-02
27	Comprimento proximal do 5º dedo	249543	1,51e-02	-2,33e+00	2,02e-02	-1,47e-01
28	Comprimento medial do 5º dedo	206915,5	2,31e-08	-5,82e+00	7,71e-09	-3,19e-02
29	Comprimento distal do 5º dedo	463705	2,20e-16	2,39e+01	2,20e-16	1,24e-01

Observando os resultados apresentados pode-se notar que os valores encontrados para as medidas da mão direita são na maioria absoluta maiores que os equivalentes na mão esquerda, tanto na amostra total como na estratificada por gênero.

A seguir serão apresentados os resultados dos testes comparativos entre os gêneros, visando evidenciar as diferenças existentes. Pode-se notar, que na totalidade das variáveis a mão do homem é maior que a da mulher.

Tabela 15 – Resultados dos testes U de Mann Whitney e T, comparando as medidas da mão direita entre os gêneros

		Estatística U	p-valor	Estatística T	p-valor	Média Feminino	Média Masculino
1	Largura palma da mão	137886,0	<2,2e-16	-35,398	<2,2e-16	82,6	91,4
2	Largura proximal do 2º dedo	236952,0	<2,2e-16	-25,191	<2,2e-16	18,7	20,8
3	Largura distal do 2º dedo	252908,0	<2,2e-16	-23,547	<2,2e-16	16,1	17,9
4	Largura proximal do 3º dedo	210593,0	<2,2e-16	-27,525	<2,2e-16	18,3	20,5
5	Largura distal do 3º dedo	229668,0	<2,2e-16	-25,767	<2,2e-16	15,9	17,8
6	Largura proximal do 4º dedo	224758,0	<2,2e-16	-26,064	<2,2e-16	17,4	19,4
7	Largura distal do 4º dedo	203865,0	<2,2e-16	-28,799	<2,2e-16	14,9	17,0
8	Largura proximal do 5º dedo	217543,0	<2,2e-16	-27,327	<2,2e-16	15,5	17,5
9	Largura distal do 5º dedo	201578,5	<2,2e-16	-28,984	<2,2e-16	13,8	15,8
10	Comprimento Total da mão	136825,5	<2,2e-16	-37,042	<2,2e-16	172,0	187,0
11	Comprimento total do 1º dedo	215623,5	<2,2e-16	-27,116	<2,2e-16	59,0	64,9
12	Comprimento proximal do 1º dedo	315050,5	<2,2e-16	-18,270	<2,2e-16	30,9	34,2
13	Comprimento distal do 1º dedo	270368,5	<2,2e-16	-21,832	<2,2e-16	28,7	31,3
14	Comprimento total do 2º dedo	257828,0	<2,2e-16	23,448	<2,2e-16	68,6	73,3
15	Comprimento proximal do 2º dedo	436932,0	<2,2e-16	-8,140	6,72E-16	24,2	25,2
16	Comprimento medial do 2º dedo	366827,0	<2,2e-16	-138823,000	<2,2e-16	20,5	22,0
17	Comprimento distal do 2º dedo	216030,5	<2,2e-16	26,876	<2,2e-16	24,1	26,4
18	Comprimento total do 3º dedo	217734,0	<2,2e-16	-274385,000	<2,2e-16	75,9	81,7
19	Comprimento proximal do 3º dedo	356249,5	<2,2e-16	-147921,000	<2,2e-16	27,0	28,8
20	Comprimento medial do 3º dedo	353342,0	<2,2e-16	-15,122	<2,2e-16	23,7	25,3
21	Comprimento distal do 3º dedo	210250,0	<2,2e-16	-27,676	<2,2e-16	25,2	27,7
22	Comprimento total do 4º dedo	213093,0	<2,2e-16	-27,719	<2,2e-16	70,7	76,6
23	Comprimento proximal do 4º dedo	342785,5	<2,2e-16	-157565,000	<2,2e-16	23,5	25,4
24	Comprimento medial do 4º dedo	346536,0	<2,2e-16	-15,573	<2,2e-16	22,0	23,7
25	Comprimento distal do 4º dedo	220577,5	<2,2e-16	-26,390	<2,2e-16	25,2	27,7
26	Comprimento total do 5º dedo	218481,0	<2,2e-16	-27,346	<2,2e-16	57,1	62,3
27	Comprimento proximal do 5º dedo	378965,0	<2,2e-16	-12,823	<2,2e-16	18,3	19,6
28	Comprimento medial do 5º dedo	346472,5	<2,2e-16	-15,694	<2,2e-16	15,9	17,4
29	Comprimento distal do 5º dedo	202369,5	<2,2e-16	-24,719	<2,2e-16	23,0	25,5

Tabela 16 – Resultados dos testes U de Mann Whitney e T, comparando as medidas da mão esquerda entre os sexos

		Estatística U	p-valor	Estatística T	p-valor	Média Feminino	Média Masculino
1	Largura palma da mão	137889,5	<2,2e-16	-34,3476	<2,2e-16	81,8	90,7
2	Largura proximal do 2º dedo	243265,0	<2,2e-16	-24,0777	<2,2e-16	18,2	20,2
3	Largura distal do 2º dedo	256277,0	<2,2e-16	-235991	<2,2e-16	15,4	17,3
4	Largura proximal do 3º dedo	228919,0	<2,2e-16	-25,8835	<2,2e-16	17,8	19,8
5	Largura distal do 3º dedo	225883,0	<2,2e-16	-26,0853	<2,2e-16	15,3	17,2
6	Largura proximal do 4º dedo	233944,0	<2,2e-16	-25,2035	<2,2e-16	16,8	18,8
7	Largura distal do 4º dedo	213391,5	<2,2e-16	-27,7294	<2,2e-16	14,5	16,5
8	Largura proximal do 5º dedo	223755,5	<2,2e-16	-27,1897	<2,2e-16	15,2	17,3
9	Largura distal do 5º dedo	187479,5	<2,2e-16	-133941	<2,2e-16	13,5	15,8
10	Comprimento Total da mão	130297,0	<2,2e-16	-36,2887	<2,2e-16	172,0	187,8
11	Comprimento total do 1º dedo	202271,0	<2,2e-16	-28,3018	<2,2e-16	57,5	63,7
12	Comprimento proximal do 1º dedo	308160,5	<2,2e-16	-18,8668	<2,2e-16	30,0	33,4
13	Comprimento distal do 1º dedo	223970,5	<2,2e-16	-25,3796	<2,2e-16	27,7	30,8
14	Comprimento total do 2º dedo	233582,5	<2,2e-16	-237497	<2,2e-16	67,4	72,5
15	Comprimento proximal do 2º dedo	408920,5	<2,2e-16	-10,7208	<2,2e-16	24,3	25,6
16	Comprimento medial do 2º dedo	353592,0	<2,2e-16	-15,0764	<2,2e-16	20,4	21,9
17	Comprimento distal do 2º dedo	187386,0	<2,2e-16	-23,7009	<2,2e-16	22,6	25,4
18	Comprimento total do 3º dedo	201317,5	<2,2e-16	-27,3493	<2,2e-16	74,5	80,6
19	Comprimento proximal do 3º dedo	360736,5	<2,2e-16	-14,049	<2,2e-16	27,1	28,9
20	Comprimento medial do 3º dedo	334127,5	<2,2e-16	-16,3761	<2,2e-16	23,7	25,5
21	Comprimento distal do 3º dedo	188587,0	<2,2e-16	-26,0734	<2,2e-16	23,7	26,6
22	Comprimento total do 4º dedo	202473,0	<2,2e-16	-27,0531	<2,2e-16	69,5	75,5
23	Comprimento proximal do 4º dedo	393158,5	<2,2e-16	-11,9179	<2,2e-16	23,8	25,2
24	Comprimento medial do 4º dedo	323964,0	<2,2e-16	-17,3943	<2,2e-16	22,0	23,8
25	Comprimento distal do 4º dedo	172499,0	<2,2e-16	-29,8524	<2,2e-16	23,7	26,7
26	Comprimento total do 5º dedo	210641,5	<2,2e-16	-26,5757	<2,2e-16	56,4	61,9
27	Comprimento proximal do 5º dedo	401199,0	<2,2e-16	-112265	<2,2e-16	18,4	19,6
28	Comprimento medial do 5º dedo	337119,0	<2,2e-16	-16,1642	<2,2e-16	16,3	17,8
29	Comprimento distal do 5º dedo	175022,0	<2,2e-16	-31,8603	<2,2e-16	21,8	24,5

4.3.3 Análise de Correlação

Para este estudo foram construídas matrizes de correlação de todas as medidas da mão separadas por sexo e mão direita e esquerda e também da correlação entre as medidas da mão esquerda e direita.

Posteriormente foi construída uma matriz relacionando todas as medidas da mão com as covariáveis (altura, peso e idade). Abaixo são apresentadas todas as matrizes de correlação pelo método de Spearman, reforçando que quanto mais próximo de 1 maior é a correlação entre as variáveis.

Tabela 17 – Matriz de correlação pelo método de Spearman relacionando, médias antropométricas das medidas da mão direita todos os indivíduos.

		Estatura	Peso	Idade
	Estatura	1	0.6360936	-0.120540776
	Peso	0.6360936	1	0.242894220
	Idade	-0.1205408	0.2428942	1
1	Largura palma da mão	0.4721577	0.4888810	0.054385785
2	Largura proximal do 2º dedo	0.4077552	0.5392850	0.280100614
3	Largura distal do 2º dedo	0.3645387	0.5160846	0.315332271
4	Largura proximal do 3º dedo	0.4470336	0.5333676	0.178808709
5	Largura distal do 3º dedo	0.4152773	0.5335126	0.258573885
6	Largura proximal do 4º dedo	0.4452630	0.5343998	0.176834762
7	Largura distal do 4º dedo	0.4453113	0.5474334	0.233119391
8	Largura proximal do 5º dedo	0.4187244	0.5381629	0.214481807
9	Largura distal do 5º dedo	0.4424722	0.5425385	0.223560276
10	Comprimento Total da mão	0.7509374	0.5824912	0.001210007
11	Comprimento total do 1º dedo	0.6065836	0.4653284	0.021259838
12	Comprimento proximal do 1º dedo	0.4708316	0.3438617	0.005005879
13	Comprimento distal do 1º dedo	0.4597431	0.3782621	0.054958765
14	Comprimento total do 2º dedo	0.6219175	0.4401294	-0.020799303
15	Comprimento proximal do 2º dedo	0.3519693	0.2173844	-0.072137563
16	Comprimento medial do 2º dedo	0.4484795	0.2873902	-0.083020110
17	Comprimento distal do 2º dedo	0.5513747	0.4558164	0.117524674
18	Comprimento total do 3º dedo	0.6602424	0.4781149	-0.018798717
19	Comprimento proximal do 3º dedo	0.4403196	0.3140601	-0.050321685
20	Comprimento medial do 3º dedo	0.4490393	0.2960045	-0.073967997
21	Comprimento distal do 3º dedo	0.5501771	0.4438271	0.094474731
22	Comprimento total do 4º dedo	0.6389002	0.4796242	0.012629875
23	Comprimento proximal do 4º dedo	0.4162573	0.3009616	-0.025885160
24	Comprimento medial do 4º dedo	0.4466883	0.3133904	-0.032833007
25	Comprimento distal do 4º dedo	0.5357779	0.4349322	0.076927705
26	Comprimento total do 5º dedo	0.6167261	0.4493189	0.004429163
27	Comprimento proximal do 5º dedo	0.3710790	0.2701357	0.019771328
28	Comprimento medial do 5º dedo	0.4410455	0.2989375	-0.071370165
29	Comprimento distal do 5º dedo	0.5522798	0.4414275	0.070812136

Tabela 18 – Matriz de correlação pelo método de Spearman relacionando, médias antropométricas das medidas da mão esquerda de todos os indivíduos.

		Estatura	Peso	Idade
	Estatura	1	0.6360936	-0.120540776
	Peso	0.6360936	1	0.242894220
	Idade	-0.1205408	0.2428942	1
1	Largura palma da mão	0.4846022	0.5123995	0.073536504
2	Largura proximal do 2º dedo	0.4025404	0.5587173	0.264907186
3	Largura distal do 2º dedo	0.3644223	0.4928973	0.290506627
4	Largura proximal do 3º dedo	0.4273455	0.5269421	0.199242548
5	Largura distal do 3º dedo	0.4119264	0.5239699	0.233690824
6	Largura proximal do 4º dedo	0.4190849	0.5391719	0.186577020
7	Largura distal do 4º dedo	0.4236831	0.5411089	0.210367558
8	Largura proximal do 5º dedo	0.4215654	0.5442481	0.204164915
9	Largura distal do 5º dedo	0.4445946	0.5373644	0.205014802
10	Comprimento Total da mão	0.7545637	0.5897228	0.010963285
11	Comprimento total do 1º dedo	0.6172037	0.4713693	0.027995759
12	Comprimento proximal do 1º dedo	0.4551290	0.3596173	0.050549984
13	Comprimento distal do 1º dedo	0.5353515	0.3964015	-0.016351188
14	Comprimento total do 2º dedo	0.6482824	0.4480995	-0.055395257
15	Comprimento proximal do 2º dedo	0.3795949	0.2433746	-0.067229223
16	Comprimento medial do 2º dedo	0.4536875	0.2988835	-0.062987138
17	Comprimento distal do 2º dedo	0.5601979	0.4385988	0.031559480
18	Comprimento total do 3º dedo	0.6826848	0.4728126	-0.050312572
19	Comprimento proximal do 3º dedo	0.4348114	0.2851634	-0.073537836
20	Comprimento medial do 3º dedo	0.4693396	0.3126797	-0.060933776
21	Comprimento distal do 3º dedo	0.5584496	0.4395405	0.024025596
22	Comprimento total do 4º dedo	0.6503820	0.4611823	-0.039508540
23	Comprimento proximal do 4º dedo	0.3748051	0.2615939	-0.014995188
24	Comprimento medial do 4º dedo	0.4379356	0.2930874	-0.058650230
25	Comprimento distal do 4º dedo	0.5866805	0.4408207	-0.004552697
26	Comprimento total do 5º dedo	0.6248993	0.4567112	-0.011553508
27	Comprimento proximal do 5º dedo	0.3498746	0.2270348	-0.018873496
28	Comprimento medial do 5º dedo	0.4324785	0.3173549	-0.029561715
29	Comprimento distal do 5º dedo	0.5880160	0.4539070	0.033411820

5 DISCUSSÃO

Os dados mais utilizados na prática da ergonomia e citados na literatura em relação as medidas antropométricas da mão são a largura da palma da mão, comprimento da mão, comprimento da palma da mão, circunferências da palma e pulso e circunferência de pega (IIDA, 2005; KROEMER; GRANDJEAN, 2005). Roebuck (1993) destaca ainda a importância do comprimento e largura do 1º dedo e a distância punho pega. Neste estudo buscou-se ampliar a base de dados desta parte do corpo humano, vale destacar que para a construção de uma luva ou um cabo que será manuseado, são necessários mais dados da mão que utilizará o artefato.

Kulaksiz e Gözil (2002) utilizaram 7 medidas como referência para estudos da mão humana, sendo 4 mensuradas diretamente: largura e comprimento da mão, comprimento e espessura do 3º dedo; e 3 mensuradas de maneira indireta através de cálculos de índices como: proporção da mão (relação largura e comprimento da mão), relação da palma da mão e relação comprimento da mão com altura do indivíduo. Através do uso da fotogrametria pode-se mensurar de maneira direta 29 variáveis da mão humana, as limitações desta técnica se apresentaram quanto as espessuras e circunferências, informações importantes, que não puderam ser coletadas pela limitação do procedimento de coleta in-loco, para se mensurar estas variáveis o indicado é que cada dedo seja fotografado a 90º em relação a câmera, para isso é necessário a construção de um novo instrumento de coleta, pois o utilizado neste trabalho se demonstrou inviável para este fim.

Mohammad (2005) destaca que apenas 8 medições da mão são suficientes para a construção da maior parte de aparelhos, equipamentos e ferramentas, em seu estudo evidenciou comprimento da mão e da palma, largura da palma e da mão; espessura da palma da mão, diâmetro de pega, circunferência total da mão e circunferência da palma da mão. Entendeu-se neste trabalho a importância de maior detalhamento das medidas dos dedos, para a construção por exemplo de luvas ou cabos de ferramentas.

Peebles e Norris (2000) citam 76 medições realizáveis e padronizadas na mão humana. Destas foram escolhidas 29 para a realização deste trabalho, esta

escolha deu-se pela tecnologia que se propôs a desenvolver, como já discutido acima. A tecnologia desenvolvida visava a coleta de dados antropométricos de população de maneira padronizada e realizável em qualquer local. As medidas citadas anteriormente como sendo as mais utilizadas foram em sua grande maioria contempladas neste trabalho, vale ressaltar que a mais utilizada é o comprimento da mão, pois a partir desta informação os profissionais podem se embasar para a construção de outras medidas.

No decorrer deste trabalho, não foi encontrado nenhuma outra pesquisa citando as mesmas variáveis referenciando a população brasileira ou que tenha sido realizado num único trabalho. Peebles e Norris (2000), vale destacar, citaram valores todas as variáveis utilizadas; Porém com referências, de vários autores, distintas para cada uma delas e separados pelos países das amostras; no caso de pesquisas com a população brasileira, o único trabalho citado é do Instituto Nacional de Tecnologia (INT, 1988) referenciado por Pheasant (1996) nota-se ainda que esta publicação limitou-se a operários da indústria de transformação do Rio de Janeiro e propôs-se apenas a mensurar duas variáveis da mão. Vale destacar que no presente trabalho buscou-se uma amostra que representasse a amostra da população real, estratificada em gênero e idade, buscando evidenciar a realidade da população brasileira. Desta maneira dos dados existentes atualmente este trabalho ampliou a base de dados de duas para 29 variáveis de referência à população brasileira, fato que oferece valor a estes dados e abrem espaço para um maior conhecimento da população nacional.

Ainda sobre pesquisas de antropometria com a população brasileira, Couto (1995) apresenta os dados do tamanho da mão (comprimento) distribuídos entre homens e mulheres. Porém novamente se trata de amostra reduzida e estratificada em uma parte da população operária.

A escolha do padrão ouro foi feita com o objetivo de referenciar as medidas realizadas com a fotogrametria, pois considerando a medição de um objeto inerte com um instrumento de alta confiabilidade os valores encontrados através de outros instrumentos. Desta maneira escolheu-se o MMC, dado que este aparelho realiza medições em micron, e possibilita a medição em todas as direções. Este aparelho realiza as medições através de comandos do operador, e para que estas coletas não

fossem prejudicadas por ele, foram feitas marcações com caneta de ponta porosa no objeto de prova, que ofereceu grande facilidade para a medição.

Quanto aos valores encontrados na medição com MMC, em comparação com os valores obtidos na medição com fotogrametria, se demonstraram muito precisos, ou seja os valores medidos apresentarem pequena variabilidade seguindo o conceito de Bolfarine e Bussab (2005).

Nos resultados, observa-se que todas as variáveis demonstraram-se precisas quando mensuradas com a fotogrametria; Ao se considerar as principais variáveis (aquelas citadas na literatura), o instrumento se demonstrou muito preciso, considerando o coeficiente de precisão (largura da palma da mão c.p.= 0,987; comprimento total da mão c.p.= 0,992). Estes valores representam os coeficientes de precisão mais altos, juntamente com o comprimento total do 4º dedo (c.p.=0,988). Porém todas as variáveis foram consideradas precisas outorgando ao instrumento alta precisão métrica.

Dentre as que tiveram menor precisão estão o comprimento distal do 4º dedo; potencializado pela dificuldade de se localizar o centro da articulação e a extremidade do dedo, este problema não foi tão evidente nas outras variáveis mensuradas em condições semelhantes. Outras variáveis que apresentaram menor precisão (porém dentro da referência de precisão) foram largura proximal do 2º dedo, largura proximal do 5º dedo, largura distal do 5º dedo largura distal do 3º dedo. O que se observou na medição é que por se tratarem de larguras, e a forma dos dedos ser elíptica, qualquer desvio do posicionamento gera uma alteração do resultado, na coleta com fotogrametria esta similaridade dos dedos é anulada, sendo mensurado de fato os pontos mais extremos da referência na imagem, o que não acontece no MMC ou no paquímetro. Desta maneira a fotogrametria se apresenta como ferramenta mais simples de ser utilizada.

Buscando avaliar além da precisão, os dados obtidos foram analisados quanto a exatidão, ou seja, o quanto o instrumento consegue acertar a medida do padrão ouro (BOLFARINE; BUSSAB, 2005). Em todos os casos o que se observou que o ideal para medições de precisão é a realização de pelo menos 3 medições e se registrar a média entre elas, porém é importante observar que nas medições de campo realizar três coletas sobrecarrega de maneira sensível a estrutura para a realização de trabalho neste campo; nas publicações consultadas nenhuma

apresentou a realização de mais de uma coleta do mesmo indivíduo ou ainda da mesma variável, fato que confirma o quanto esta ação pode complicar a realização destas pesquisas.

Quanto ao coeficiente de variação, Norton e Olds (2005) alegam que algumas dimensões são mais variáveis que outras, nos casos de medições de comprimentos, tais como estatura, altura do cotovelo, comprimento da mão entre outros, o coeficiente de variação é menor, oscilando entre 3 e 5%, e nos casos de larguras ou espessuras este coeficiente oscila entre 5 e 9%. Neste trabalho o coeficiente de variação oscilou entre 0,8 a 10,3% e, na média, a variação foi de 4,52 %. Das 29 variáveis analisadas, apenas 11 apresentaram variação acima de 5% e destas apenas uma acima de 6,3 % que foi o comprimento distal do 4º dedo, desta maneira apenas uma variável apresentou coeficiente de variação acima do esperado para este tipo de coleta de dados. Das 11 variáveis que obtiveram coeficiente acima de 5%, sete são de larguras de dedos, quando se observa as mesmas variáveis mensuradas no paquímetro, tanto o coeficiente quanto os erros absolutos são desfavoráveis a medição com fotogrametria. Este fato se deve a dificuldade de mensurar estruturas na forma elíptica pela fotogrametria, vale destacar que o paquímetro é um instrumento de medida desenvolvido para este fim.

Ao se observar os dados da tabela 5 nota-se que são confirmados pelos dados da tabela 3 que demonstra o percentual de erros, pôde-se observar que os erros absolutos médios encontrados entre as medições realizadas com paquímetro e fotogrametria com o padrão ouro, e variou entre 0,71 e 2,94 mm nas variáveis largura proximal do 2º dedo, largura distal do 2º dedo, comprimento total do 1º dedo e comprimento distal do 1º dedo apresentam os maiores valores de erro absoluto, estas mesmas variáveis foram as que apresentaram maiores índices de erros. Destaca-se que estes valores são muito pequenos quando se considera as grandezas utilizadas pela indústria na confecção de instrumentos.

Apesar de existirem protocolos unificados que representam a exatidão das medidas, os dados antropométricos nem sempre são seguros como parecem. Muitos fatores entram em jogo durante a realização das medidas que podem resultar em numerosas fontes de erro. Algumas das fontes importantes incluem postura, identificação dos pontos anatômicos, posição de instrumento e orientação. A

dificuldade em controlar todas as fontes potenciais de erro são tais que verdadeiros valores raramente são medidos com exatidão (MEUNIER; YIN, 2000).

No ato de repetições de medidas antropométricas, pode ocorrer variabilidade das medidas, decorrente da diversidade das características físicas da população analisada, por variação biológica, que não se pode evitar, ou decorrente de variações técnicas, que podem ser evitadas. A variabilidade na medida antropométrica, provocada por variações na execução da técnica, é responsável pela maior incidência de erro. A adoção de intervalo de tempo inadequado entre as mensurações, a variação na marcação dos pontos anatômicos e a inconsistência da técnica de mensuração executada são alguns exemplos de incorreção técnica (Oliveira et al, 2005). Mensurações antropométricas dependem de quem as realiza, porém estudos referem que no caso de observadores altamente treinados, as diferenças não são significativas (Bennett; Osborne appud Meunier; Yin, 2000).

As tabelas 19 a 46 apresentadas a seguir demonstram a discussão dos resultados obtidos neste trabalho comparando com os autores referenciados, de maneira as diferenças entre a população amostrada e os dados citados.

Vale ressaltar que algumas tabelas estão apresentados apenas os dados obtidos neste trabalho, isto ocorre porque não foi encontrado na literatura dados equivalentes para construir a comparação.

Tabela 19 – Largura da palma da mão - comparativo (mm)

	País	Masculino					Feminino					
		Percentil					Percentil					
		1%	5%	50%	95%	99%	1%	5%	50%	90%	95%	99%
Fotogrametria ¹	Brasil	80,6	82,9	91,0	101,5	107,9	70,8	74,3	82,4		92,7	100,0
Pheasant (1996) in Peebles e Norris (2000)	Brasil		75	85	95							
Gordon <i>et al</i> (1989) in Kroemer e Grandjean(2005)	EUA		84	90	98			73	79	86		
Pheasant (1996) in Kroemer e Grandjean (2005)	Inglaterra		80	85	95			70	75	85		
Fluegel (1986) in Kroemer e Grandjean (2005)	Alemanha		81	88	96			71	78	85		
DIN 33402 (1981) in Iida(2005)	Alemanha		78	85	93			72	80		85	
Kroemer et al (1994) in Iida(2005)	EUA		83,6	90,4	9,76			73,4	79,4		8,56	
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)	Inglaterra		79,2	87,1	95,2			70,5	77,2		83,9	
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)	China		74,7	82,8	90,8			65,9	73,3		80,7	
DIN (1986) in Peebles e Norris (2000)	Alemanha		78	85	93			72	80		85	
Masali et al (1992) in Peebles e Norris (2000)	Italia		76	85	90			69	75		83	
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)	Japão		79,8	87,4	95			70,5	77		83,4	
PKN (1998) in Peebles e Norris (2000)	Polônia		81		96			71			85	
Abeysekera e Shahnavaz (1987) in Peebles e Norris (2000)	Sri Lanka		90	100	110			80	90		100	
Pheasant (1996) in Peebles e Norris (2000)	Suécia		75	85	95			70	75		80	
Pheasant (1996) in Peebles e Norris (2000)	Países Baixos		80	90	100			70	80		90	
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)	EUA		79,4	87,4	95,4			70,2	77,5			

¹ dados deste trabalho, foi utilizado como referência para esta tabela os dados da mão direita

Tabela 20 – Comprimento da mão - comparativo (mm)

	País	Masculino					Feminino					
		Percentil					Percentil					
		1%	5%	50%	95%	99%	1%	5%	50%	90%	95%	99%
Fotogrametria ¹	Brasil	166,5	169,5	187,4	203,8	210,9	15,28	157,2	171,4		189,1	198,3
Pheasant (1996) in Peebles e Norris (2000)	Brasil		170	185	200							
Gordon <i>et al</i> (1989) in Kroemer e Grandjean(2005)	EUA		179	193	211			165	180	197		
Pheasant (1996) in Kroemer e Grandjean (2005)	Inglaterra		175	190	205			160	175	190		
Fluegel (1986) in Kroemer e Grandjean (2005)	Alemanha		174	189	205			161	174	189		
DIN 33402 (1981) in Iida(2005)	Alemanha		159	174	190			159	174		190	
Kroemer et al (1994) in Iida(2005)	EUA		178,7	193,8	210,6			165	180,5		196,9	
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)	Inglaterra		173,6	189,8	206			159	175		191	
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)	China		168,1	183,4	198,7			156,8	168,5		180,2	
DIN (1986) in Peebles e Norris (2000)	Alemanha		170	186	201			159	174		190	
Pheasant (1996) in Peebles e Norris (2000)	França		170	185	200			160	175		190	
Masali et al (1992) in Peebles e Norris (2000)	Italia		175	190	205			166	176		190	
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)	Japão		169	184,8	200,5			158,5	170,7		182,9	
Pheasant (1996) in Peebles e Norris (2000)	Polônia		175	190	205			160	175		190	
Abeysekera e Shahnavaz (1987) in Peebles e Norris (2000)	Sri Lanka		165	179	195			150	167		182	
Pheasant (1996) in Peebles e Norris (2000)	Suécia		175	190	205			165	180		195	
Pheasant (1996) in Peebles e Norris (2000)	Países Baixos		180	195	210			160	175		190	
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)	EUA		173,9	190,3	206,8			158,3	175,7		193,1	

¹ dados deste trabalho, foi utilizado como referência para esta tabela os dados da mão direita

Tabela 21 – Largura proximal do 2º dedo - comparativo (mm)

		Comparativo (mm)											
		Masculino					Feminino						
		Percentil					Percentil						
País		1%	5%	50%	95%	99%	1%	5%	50%	90%	95%	99%	
Fotogrametria ¹		Brasil	16,2	17,6	20,8	24,1	25,8	14,6	16,3	18,7		21,6	22,9
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)		Inglaterra		18,7	20,8	23,0			15,8	17,7		19,7	
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)		China		17,7	19,6	21,5			16,4	18		19,6	
DIN (1986) in Peebles e Norris (2000)		Alemanha		21,0	19,0	23,0			16,0	18,0		20,0	
Masali et al (1992) in Peebles e Norris (2000)		Italia		17,0	19,0	21,0			15,0	16,0		19,0	
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)		Japão							16,0	17,3		18,6	
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)		EUA		18,7	20,9	23,1			15,7	17,8		19,9	

¹ dados deste trabalho, foi utilizado como referência para esta tabela os dados da mão direita

Tabela 22– Largura distal do 2º dedo - comparativo (mm)

	País	Masculino					Feminino					
		Percentil					Percentil					
		1%	5%	50%	95%	99%	1%	5%	50%	90%	95%	99%
Fotogrametria ¹	Brasil	13,1	14,2	17,3	20,4	21,7	12,4	13,6	16,1		18,7	20,6
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)	Inglaterra		16,5	18,2	20,0			13,0	15,1		17,1	
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)	China		15,4	17,1	18,8			14,1	15,7		17,4	
DIN (1986) in Peebles e Norris (2000)	Alemanha		17,0	18,0	20,0			13,0	15,0		17,0	
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)	Japão							13,1	14,3		15,4	
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)	EUA		16,5	18,3	20,1			12,9	15,1		17,3	

¹ dados deste trabalho, foi utilizado como referência para esta tabela os dados da mão direita

Tabela 23 – Largura proximal do 3º dedo - comparativo (mm)

	País	Masculino					Feminino						
		Percentil					Percentil						
		1%	5%	50%	95%	99%	1%	5%	50%	90%	95%	99%	
Fotogrametria ¹	Brasil	16,1	17,3	20,5	23,8	25,9	14,6	15,9	18,3		21,0	22,9	
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)	Inglaterra		18,8	21,1	23,4			15,7	17,7		19,7		
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)	China		17,9	19,7	21,5			16,0	17,6		19,2		
DIN (1986) in Peebles e Norris (2000)	Alemanha		19,0	21,0	23,0			16,0	18,0		20,0		
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)	Japão							15,0	16,3		17,6		
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)	EUA		18,8	21,1	23,5			15,6	17,8		20,0		

¹ dados deste trabalho, foi utilizado como referência para esta tabela os dados da mão direita

Tabela 24– Largura distal do 3º dedo - comparativo (mm)

		Comparativo (mm)											
		Masculino					Feminino						
		Percentil					Percentil						
País		1%	5%	50%	95%	99%	1%	5%	50%	90%	95%	99%	
Fotogrametria ¹		Brasil	13,9	15,0	17,7	21,0	22,5	12,5	13,4	15,9		18,5	19,9
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)		Inglaterra		18,8	21,1	23,4			15,7	17,7		19,7	
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)		China		17,9	19,7	21,5			16,0	17,6		19,2	
DIN (1986) in Peebles e Norris (2000)		Alemanha		19,0	21,0	23,0			16,0	18,0		20,0	
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)		Japão							15,0	16,3		17,6	
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)		EUA		18,8	21,1	23,5			15,6	17,8		20,0	

¹ dados deste trabalho, foi utilizado como referência para esta tabela os dados da mão direita

Tabela 25 – Largura proximal do 4º dedo - comparativo (mm)

	País	Masculino					Feminino						
		Percentil					Percentil						
		1%	5%	50%	95%	99%	1%	5%	50%	90%	95%	99%	
Fotogrametria ¹	Brasil	15,5	16,4	19,4	22,6	24,3	13,7	15,0	17,4		20,4	20,8	
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)	Inglaterra		18,1	19,8	21,5			14,3	15,9		17,5		
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)	China		16,7	18,3	20,0			15,0	16,6		18,2		
DIN (1986) in Peebles e Norris (2000)	Alemanha		18,0	20,0	21,0			15,0	16,0		18,0		
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)	EUA		18,1	19,9	21,6			14,2	16,0		17,7		

¹ dados deste trabalho, foi utilizado como referência para esta tabela os dados da mão direita

Tabela 26– Largura proximal do 5º dedo - comparativo (mm)

		Masculino					Feminino					
		Percentil					Percentil					
		1%	5%	50%	95%	99%	1%	5%	50%	90%	95%	99%
País		13,4	14,6	17,5	20,5	22,0	12,0	13,1	15,5		18,1	19,9
Fotogrametria ¹	Brasil											
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)	Inglaterra		15,1	16,5	18,0			12,4	14,4		16,3	
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)	China		14,4	16,1	17,7			13,1	14,5		16,0	
DIN (1986) in Peebles e Norris (2000)	Alemanha		16,0	17,0	18,0			12,0	15,0		17,0	
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)	EUA		15,1	16,6	18,0			12,3	14,5		16,6	

¹ dados deste trabalho, foi utilizado como referência para esta tabela os dados da mão direita

Tabela 27 – Largura distal do 5º dedo - comparativo (mm)

		Masculino					Feminino						
		Percentil					Percentil						
	País	1%	5%	50%	95%	99%	1%	5%	50%	90%	95%	99%	
Fotogrametria ¹		Brasil	12,0	13,2	15,8	18,6	19,8	10,5	11,5	13,9		16,3	17,5
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)		Inglaterra		13,7	15,4	17,1			10,9	12,9		14,8	
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)		China		12,7	14,3	15,9			11,2	12,7		14,2	
DIN (1986) in Peebles e Norris (2000)		Alemanha		14,0	15,0	17,0			11,0	13,0		15,0	
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)		EUA		13,7	15,4	17,1			10,8	12,9		15,1	

¹ dados deste trabalho, foi utilizado como referência para esta tabela os dados da mão direita

Tabela 28 – Comprimento total do 1º dedo - comparativo (mm)

Tabela 23	Comprimento total do 1.º dedo	Comparativo (mm)	Comparativo (mm)										
			Masculino					Feminino					
			Percentil					Percentil					
			1%	5%	50%	95%	99%	1%	5%	50%	90%	95%	99%
	País												
	Fotogrametria ¹	Brasil	53,6	57,0	64,7	73,2	78,0	47,9	51,5	58,9		67,3	71,4

¹ dados deste trabalho, foi utilizado como referência para esta tabela os dados da mão direita

Tabela 29 – Comprimento proximal do 1º dedo - comparativo (mm)

	País	Percentil										
		Masculino					Feminino					
		Percentil					Percentil					
		1%	5%	50%	95%	99%	1%	5%	50%	90%	95%	99%
Fotogrametria ¹	Brasil	24,9	27,1	34,0	41,4	45,2	22,4	24,7	31,0		37,3	40,2

¹ dados deste trabalho, foi utilizado como referência para esta tabela os dados da mão direita

Tabela 30 - Comprimento distal do 1º dedo - comparativo (mm)

		Masculino					Feminino						
		Percentil					Percentil						
	País	1%	5%	50%	95%	99%	1%	5%	50%	90%	95%	99%	
Fotogrametria ¹		Brasil	24,5	26,6	31,4	36,5	38,6	22,9	24,5	28,6		33,2	35,3
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)		Inglaterra		58,2	66,6	71,9			50,9	58,8		65,2	
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)		China		58,1	65,0	75,1			53,2	59,2		65,2	
DIN (1986) in Peebles e Norris (2000)		Alemanha		60,0	67,0	76,0			52,0	60,0		69,0	
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)		Japão		56,4	63,5	70,6			53,0	58,1		63,1	
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)		EUA		58,2	66,8	75,4			50,4	59,0		67,7	

¹ dados deste trabalho, foi utilizado como referência para esta tabela os dados da mão direita

Tabela 31 – Comprimento total 2º dedo - comparativo (mm)

Tabela 01 - Comprimento total Z - dados comparativo (mm)	País	Masculino					Feminino					
		Percentil					Percentil					
		1%	5%	50%	95%	99%	1%	5%	50%	90%	95%	99%
Fotogrametria ¹	Brasil	63,4	65,9	73,3	81,3	84,8	58,6	61,8	68,6		76,0	80,1
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)	Inglaterra		67,3	75,5	83,7			61,9	68,9		76,0	
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)	China		64,4	71,4	78,5			61,9	67,1		72,2	
DIN (1986) in Peebles e Norris (2000)	Alemanha		68,0	75,0	83,0			62,0	69,0		76,0	
Masali et al (1992) in Peebles e Norris (2000)	Italia		76,0	86,0	98,0			68,0	76,0		85,0	
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)	Japão		65,7	72,4	79,1			61,3	67,2		73,2	
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)	EUA		67,4	75,7	84,0			61,6	69,2		76,9	

¹ dados deste trabalho, foi utilizado como referência para esta tabela os dados da mão direita

Tabela 32 – Comprimento proximal do 2º dedo - comparativo (mm)

Tabela 02	Comprimento proximal do 2º dedo	Comparativo (mm)											
		Masculino					Feminino						
		Percentil					Percentil						
		País	1%	5%	50%	95%	99%	1%	5%	50%	90%	95%	99%
Fotogrametria ¹		Brasil	18,8	20,6	25,2	30,0	32,2	18,2	20,0	24,0		28,8	31,0

¹ dados deste trabalho, foi utilizado como referência para esta tabela os dados da mão direita

Tabela 33 – Comprimento medial do 2º dedo - comparativo (mm)

Tabela 03	Comprimento insular do E	País	Comparativo (mm)									
			Masculino					Feminino				
			Percentil					Percentil				
			1%	5%	50%	95%	99%	1%	5%	50%	90%	95%
Fotogrametria ¹	Brasil	16,6	18,2	21,9	26,2	27,8	16,0	17,2	20,5		24,2	26,4

¹ dados deste trabalho, foi utilizado como referência para esta tabela os dados da mão direita

Tabela 34 – Comprimento distal do 2º dedo - comparativo (mm)

		Comparativo (mm)											
		Masculino					Feminino						
		Percentil					Percentil						
		1%	5%	50%	95%	99%	1%	5%	50%	90%	95%	99%	
País		1%	5%	50%	95%	99%	1%	5%	50%	90%	95%	99%	
Fotogrametria ¹		Brasil	21,5	23,1	26,5	30,0	31,6	19,7	21,1	24,0		27,4	29,1

¹ dados deste trabalho, foi utilizado como referência para esta tabela os dados da mão direita

Tabela 35 – Comprimento total 3º dedo - comparativo (mm)

		Masculino					Feminino						
		Percentil					Percentil						
	País	1%	5%	50%	95%	99%	1%	5%	50%	90%	95%	99%	
Fotogrametria ¹		Brasil	71,2	73,7	81,6	90,5	94,1	65,5	68,9	75,8		83,9	87,9
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)		Inglaterra		75,3	84,2	93,0			69,2	77,3		85,3	
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)		China		72,7	80,8	88,8			70,5	76,5		82,4	
DIN (1986) in Peebles e Norris (2000)		Alemanha		75,0	83,0	92,0			69,0	77,0		85,0	
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)		Japão							66,5	73,1		79,6	
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)		EUA		75,4	84,4	93,4			68,8	77,6		86,3	

¹ dados deste trabalho, foi utilizado como referência para esta tabela os dados da mão direita

Tabela 36 – Comprimento proximal do 3º dedo - comparativo (mm)

	País	Comparativo (mm)										
		Masculino					Feminino					
		Percentil					Percentil					
		1%	5%	50%	95%	99%	1%	5%	50%	90%	95%	99%
Fotogrametria ¹	Brasil	22,3	24,4	28,7	33,7	36,0	21,0	22,7	27,0		31,3	33,8

¹ dados deste trabalho, foi utilizado como referência para esta tabela os dados da mão direita

Tabela 37 – Comprimento medial do 3º dedo - comparativo (mm)

	País	Masculino					Feminino						
		Percentil					Percentil						
		1%	5%	50%	95%	99%	1%	5%	50%	90%	95%	99%	
Fotogrametria ¹	Brasil	20,0	21,4	25,3	29,9	31,7	18,1	19,9	23,6		28,0	29,6	

¹ dados deste trabalho, foi utilizado como referência para esta tabela os dados da mão direita

Tabela 38 – Comprimento distal do 3º dedo - comparativo (mm)

	País	Masculino					Feminino						
		Percentil					Percentil						
		1%	5%	50%	95%	99%	1%	5%	50%	90%	95%	99%	
Fotogrametria ¹	Brasil	22,9	24,2	27,8	31,5	33,0	21,0	22,2	25,0		28,8	31,2	

¹ dados deste trabalho, foi utilizado como referência para esta tabela os dados da mão direita

Tabela 39 – Comprimento total 4º dedo - comparativo (mm)

	País	Masculino					Feminino						
		Percentil					Percentil						
		1%	5%	50%	95%	99%	1%	5%	50%	90%	95%	99%	
Fotogrametria ¹	Brasil	64,1	68,6	76,7	85,3	89,0	60,3	63,8	70,7		78,3	82,6	
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)	Inglaterra		70,3	78,7	87,0			65,1	72,6		80,1		
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)	China		69,3	75,9	82,4			65,9	70,6		75,2		
DIN (1986) in Peebles e Norris (2000)	Alemanha		70,0	77,0	86,0			70,0	77,0		86,0		
Masali et al (1992) in Peebles e Norris (2000)	Italia												
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)	Japão		67,6	74,6	81,6			65,2	70,3		75,4		
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)	EUA		64,7	72,9	81,1			64,7	72,9		81,1		

¹ dados deste trabalho, foi utilizado como referência para esta tabela os dados da mão direita

Tabela 40 – Comprimento proximal do 4º dedo - comparativo (mm)

	País	Masculino					Feminino					
		Percentil					Percentil					
		1%	5%	50%	95%	99%	1%	5%	50%	90%	95%	99%
Fotogrametria ¹	Brasil	19,3	20,9	25,4	30,0	32,3	17,8	19,3	23,5		28,1	30,4

¹ dados deste trabalho, foi utilizado como referência para esta tabela os dados da mão direita

Tabela 41 – Comprimento medial do 4º dedo - comparativo (mm)

	País	Percentil										
		Masculino					Feminino					
		Percentil					Percentil					
		1%	5%	50%	95%	99%	1%	5%	50%	90%	95%	99%
Fotogrametria ¹	Brasil	17,8	19,8	23,5	27,9	29,9	17,2	18,6	22,0		25,9	27,9

¹ dados deste trabalho, foi utilizado como referência para esta tabela os dados da mão direita

Tabela 42 – Comprimento distal do 4º dedo - comparativo (mm)

	País	Masculino					Feminino						
		Percentil					Percentil						
		1%	5%	50%	95%	99%	1%	5%	50%	90%	95%	99%	
Fotogrametria ¹	Brasil	22,3	24,1	27,8	31,6	33,5	20,5	22,2	25,1		28,8	30,6	

¹ dados deste trabalho, foi utilizado como referência para esta tabela os dados da mão direita

Tabela 43 – Comprimento total do 5º dedo - comparativo (mm)

		Comprimido total de 6 anos comparativo (mm)											
		Masculino					Feminino						
		Percentil					Percentil						
País		1%	5%	50%	95%	99%	1%	5%	50%	90%	95%	99%	
Fotogrametria ¹		Brasil	52,2	55,1	62,2	69,9	73,0	48,1	50,6	57,0		63,8	67,7
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)		Inglaterra		54,4	62,5	70,6			50,0	57,2		64,5	
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)		China		54,9	61,3	67,8			50,2	56,0		61,8	
DIN (1986) in Peebles e Norris (2000)		Alemanha		56,0	62,0	70,0			52,0	58,0		66,0	
Masali et al (1992) in Peebles e Norris (2000)		Italia											
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)		Japão		53,4	60,0	66,7			47,5	54,1		60,7	
PeopleSize (1998) in Peebles e Norris (2000)		EUA		54,5	62,7	70,9			49,6	57,5		65,4	

¹ dados deste trabalho, foi utilizado como referência para esta tabela os dados da mão direita

Tabela 44 – Comprimento proximal do 5º dedo - comparativo (mm)

	País	Comparativo (mm)										
		Masculino					Feminino					
		Percentil					Percentil					
		1%	5%	50%	95%	99%	1%	5%	50%	90%	95%	99%
Fotogrametria ¹	Brasil	14,2	15,7	19,5	23,8	25,5	13,3	14,6	18,3		22,2	24,3

¹ dados deste trabalho, foi utilizado como referência para esta tabela os dados da mão direita

Tabela 45 – Comprimento medial do 5º dedo - comparativo (mm)

	País	Comparativo (mm)										
		Masculino					Feminino					
		Percentil					Percentil					
		1%	5%	50%	95%	99%	1%	5%	50%	90%	95%	99%
Fotogrametria ¹	Brasil	12,3	13,9	17,5	20,9	22,7	11,2	12,8	16,0		19,2	20,9

¹ dados deste trabalho, foi utilizado como referência para esta tabela os dados da mão direita

Tabela 46 – Comprimento distal do 5º dedo - comparativo (mm)

	País	Percentil										
		Masculino					Feminino					
		Percentil					Percentil					
		1%	5%	50%	95%	99%	1%	5%	50%	90%	95%	99%
Fotogrametria ¹	Brasil	20,3	22,1	25,5	28,8	30,5	18,8	20,1	23,0		26,1	28,3

¹ dados deste trabalho, foi utilizado como referência para esta tabela os dados da mão direita

6 CONCLUSÃO

Atualmente existem poucos levantamentos antropométricos da população brasileira, obrigando a indústria a utilizar tabelas estrangeiras ou projeções. As técnicas utilizadas nos levantamentos em geral são de medições diretas, que são demoradas e trabalhosas. O desenvolvimento de uma metodologia de coleta com tecnologia atualizada, utilizando a fotogrametria se apresentou como uma alternativa interessante ao realizar os primeiros ensaios, demonstrando ser de fácil utilização e de grande potencial de reprodutibilidade, além de permitir grande gama de coleta, e apresentar dados coerentes com a realidade.

Desta maneira, buscou-se na literatura bases de dados, artigos, livros e websites que apresentassem informações antropométricas e suas técnicas de medição, objetivando conhecer as técnicas e como foram validadas. A par destas informações, buscou-se levantamentos antropométricos da população brasileira, sem muito sucesso.

Construiu-se, então, uma metodologia experimental, que foi sendo melhorada a cada etapa. Foi construído um objeto de prova que pudesse apresentar as vantagens de cada técnica, sendo que após alguns ensaios a fotogrametria já se demonstrou muito interessante. Ao se aplicar a técnica no objeto de prova e comparar os dados com o padrão ouro, da MMC, obteve-se os primeiros sinais de que esta técnica é precisa, pois mesmo a variável que obteve menor coeficiente de variação (comprimento distal do 4º dedo = 0,897) apresenta valores dentro do esperado e da normalidade, concluindo que o instrumento oferece alta precisão na métrica.

Foi então avaliado o instrumento quanto a sua exatidão e neste caso também se comparou com outro instrumento, o paquímetro. Percebeu-se que o percentual de erro foi baixo na maior parte das variáveis, e considerado ineficiente em apenas uma variável, apresentado o instrumento como confiável sob condições adequadas de coleta e medição. Ofertando à fotogrametria a condição de precisa e exata, desde que respeitadas as situações e o procedimento de coleta.

Os erros absolutos médios oscilaram entre 0,71 e 2,94 mm, valores muito baixos quando comparados com as grandezas utilizadas na antropometria e na

construção de instrumentos. Nestes testes, observou-se que o paquímetro apresenta um volume de erros menores e os seus resultados demonstram ser um instrumento mais exato que a fotogrametria, porém não invalidam o uso da fotogrametria. Estas condições possibilitam alegar ser verdadeira a primeira hipótese, ou seja, o uso de fotogrametria digital é eficiente para medições antropométricas.

Outros aspectos foram observados como facilidade de uso e custo, novamente a fotogrametria apresentou vantagens pois, mesmo tendo custo de aplicação superior ao do paquímetro, a sua capacidade de utilização em levantamentos populacionais demonstrou simples e possível.

Assim que o instrumento foi validado, realizou-se um levantamento amostral, para comprovar a sua viabilidade e a eficiência do instrumento, foram fotografadas as mãos de 2200 pessoas, sendo mensuradas 29 variáveis de cada mão, os dados foram tabulados e analisados estatisticamente, gerando dados coerentes com a literatura e oferecendo à comunidade científica uma grande gama de informações antropométricas da mão humana. Esta etapa serviu para juntamente com as anteriores comprovar a segunda hipótese, ou seja o instrumento demonstrou-se eficiente para medições antropométricas.

Os estudos da população permitem afirmar que a mão direita é maior que a mão esquerda, que os homens tem a mão maior que as mulheres, que 6,98% da população é canhota, e que apenas 7 pessoas ou 0,33% se declararam ambidestros. Evidenciou-se, ainda, medições de variáveis que foram descritas apenas em levantamentos realizados em outros países, elucidando uma face desconhecida da população brasileira.

Desta maneira pode-se concluir que:

“A fotogrametria digital é uma alternativa viável, confiável e eficiente para ser utilizada em levantamentos antropométricos com segurança desde que sejam respeitados os procedimentos básicos para amenizar os possíveis erros”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAUMANN, W. Métodos de medição e campos de aplicação da biomecânica: Estudo da arte e perspectivas. VI Congresso Brasileiro de Biomecânica: Conferências. 1995, Brasília.

BARROS, B., Validação do Sistema Digita de Fotogrametria Digital: Um Estudo de Caso na Cidade do Recife. **ABERGO 2006: 14º Congresso Brasileiro de Ergonomia, 4º Fórum Brasileiro de Ergonomia e 2º Congresso Brasileiro de Iniciação Científica em Ergonomia**. Curitiba – Brasil. Meio digital.

BARROSO, M.P., et al. Anthropometric study of a Portuguese workers. **International Journal of Industry Ergonomics**, n. 35, p. 401-410, 2005.

BENUM, B.; BOLSTAD, G.; ROKNE, A. Anthropometry of Norwegian Light Industry and Office Workers. **Applied Ergonomics**, Norway, n. 32., p. 239-246, 2001.

BOLFARINE, H.; BUSSAB W. O. **Elementos de amostragem**. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

BOLSTAD, G.; BENUM, B.; ROKNE, A. Anthropometry of Norwegian light an office workers. **Applied Ergonomics**, v. 32, p. 239-246, 2001.

CLAYTON, D. et al. Epi: A package for statistical analysis in epidemiology. R package version 0.4., 2005. Disponível em: <[http://www. Pubhealth.ku.dk/~bxc/Epi/](http://www.Pubhealth.ku.dk/~bxc/Epi/)> Acesso em: 12 out. 2005.

COUTO, H. de A. **Ergonomia Aplicada ao Trabalho – O manual técnico da máquina humana**. Belo Horizonte: Ergo, v 1 e 2, 1995. 383 p.

DAS, B.; KOZEY, J. W. Structural anthropometric measurements for wheelchair móbile adults. **Applied Ergonomics**. n. 30, p 385-390, 1999.

DEMPSEY, P.G. et al. Isometric Muscle Strength and Anthropometric Characteristics of a Chinese Sample. **International Journal of Industrial Ergonomics**, n. 35, p. 674-679, 2005.

DEWANGAN, K. N.; OWARY, C.; DATTA, R. K. Anthropometric data of female farm workers from north eastern India and design of hand tools of the hilly region. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 38, p. 90-100, 2008.

DURAKBASA, M. N.; OSANNA, P. H. Utilization of co-ordinate measurement techniqe in biomedicine to evaluate the shape of non-technical structures. **Mensurement**, v. 33, p.157-161, 2003.

FILUS, R. **O efeito do tempo de rodízios entre postos de trabalho nos indicadores de fadiga muscular: O ácido láctico.** Curitiba, 2006. 202 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Setor Tecnológico, Universidade Federal do Paraná.

GONZALEZ, C. G.; VASQUEZ, Z.; RAMON, J. **Metrologia.** México: Mc Graw-Hill, 1995.

GONZALEZ, C. G.; VASQUEZ, Z.; RAMON, J. **Metrologia Dimensional.** México Mc Graw-Hill, 1999.

GREULICH, W. W.; PYLE, S. I. **Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist.** 2. ed. California: Stanford University Press, 1959.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Disponível em:< www.ibge.gov.br> Acessado em: 20 de jan. 2008.

IIDA, Itiro. **Ergonomia - projeto e produção.** São Paulo : Edgar Blücher , 1992.

IIDA, Itiro. **Ergonomia – Projeto e Produção.** 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

INT. **Pesquisa Antropométrica e Biomecânica de Operários da Indústria de Transformação – RJ.** Rio de Janeiro: Ministério da Ciência e Tecnologia, 1988.

KRAKOWER, H. Anthropometry - A brief survey of the measurement o Man for a ancient civilization to 1932. **Res. Quart**, p. 85-95, 1937 . In: PETROSKI, E. L. **Antropometria – Técnicas e Padronizações.** Porto Alegre: Pallotti, 1999.

KROEMER, K.H.E.; GRANDEJEAN, E. **Manual de Ergomia – Adaptando o trabalho ao homem.** 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

KULAKSIZ, G.; GÖZIL, R. The effect of hand preference on hand anthropometric meansurements in healthy individuals. **Annals of Anatomy**, n. 184, p. 257-265, 2002.

LAVANDER, A. A.; ANDRESSON, G. B. J.; SCHIPPLEIN, O. D. The effects of initial lifting height, load magnitude, and lifting speed on the peak dynamic L5/S1 moments. **International Journal of Industrial Ergonomics**, n. 31, p. 51-59, 2003.

LEE, H. Y.; HONG, K. Optimal brassiere wire based on the 3D anthropometric measurements of under breast curve. **Applied Ergonomics**, n. 38, p. 377-384, 2007.

LOBATO, R. et al. Index for quality control in anthropometric surveys. **International Journal of Industrial Ergonomics**, n. 34, p. 479-482, 2004.

MAGALHÃES M. N.; LIMA A. C. P. **Noções de Probabilidade e Estatística**. 6. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005.

MEUNIER, P.; YIN, S. Performance of a 2D image-based anthropometric measurement and clothing sizing system. **Applied Ergonomics**, n. 31, p. 445-451, 2000.

MICHELS, G. Aspectos históricos da cineantropometria – Do mundo antigo ao renascimento. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 2, n. 1, p. 106-110, 2000.

MONNIER, G. **Simulation de mouvements humains complexes et prediction de l'inconfort associé** – Application à l'évaluation ergonomique du bouclage de la ceinture de sécurité. Lyon, 2004. Tese de doutorado. Instituto Nacional de Ciências Aplicadas de Lyon - França.

MORAES, A.; MONTALVÃO, C. **Ergonomia: Conceitos e Aplicações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ed. 2AB, 2000.

MOHAMMAD, Y. A. A. Anthropometric characteristics of the hand based on laterality and sex among Jordanian. **International Journal of Industrial Ergonomics**, n. 35, p. 747-754, 2005.

MULLIN, S. K.; TAYLOR, P. J. The effects of parallax on geometric morphometric data. **Computers in biology and medicine**, v. 32, p. 455- 464, 2002.

NORTON, K.; OLDS, T. **Antropométrica – Um livro sobre medidas corporais para o esporte e cursos da área da saúde**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

OLIVEIRA, F.P. et al. Cálculo do erro técnico de medição em antropometria. **Rev. Bras. Med. Esporte**, Niterói, v. 11, n. 1, 2005.

PEEBLES, L; NORRIS, B. **Aduldata – The handbook of adult anthropometric and strength measurements**. Nottingham, London, 2000.

PEREIRA NETO, F.B. **Estudo conceitual de um banco de dados ergonômico para uso em projeto de produtos com o auxílio de manequim 3D**. Eng. de Produção e Sistemas (Dissertação de Mestrado), Fpolis. 1992. In: PETROSKI, E. L. **Antropometria – Técnicas e Padronizações**. Porto Alegre: Pallotti, 1999

PETROSKI, E. L. **Antropometria – Técnicas e Padronizações**. Porto Alegre: Pallotti, 1999.

PHEASANT, S. Bodyspace - **Anthropometry, Ergonomics and Design**. 2. ed. London, 1996.

PUTZ, R.; PABST, R. **Sobotta – Atlas de Anatomia Humana**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993.

ROBINETTE, K. M.; DAANEN, H. A. M. Precision of the CAESAR scan-extracted measurements. **Applied Ergonomics**. n. 37, p. 259-265, 2006.

RODRIGUES-AÑEZ, C. R. Antropometria e sua aplicação na ergonomia. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desenvolvimento Humano**, v. 3, n. 1, p. 102-108, 2001.

ROEBUCK, J. A. JR.; KROEMER, K. H. E.; THOMSON, W. G. Engineering anthropometry methods. **Wiley-Interscience**, 1975.

ROEBUCK, J. A. **Anthropometric methods: Designing to fit the human body**. Santa Monica: Human Factors and Ergonomics Society, 1993.

ROSA, F. J. B.; RODRIGUES-AÑEZ, C. O estudo das características físicas do homem por meio da proporcionalidade. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desenvolvimento Humano**, v. 4, n. 1, p. 53-66, 2002.

SANTOS S. S.; GUIMARÃES F. J. S. P. Avaliação antropométrica e de composição corporal de atletas paraolímpicos brasileiros. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 8, n. 3, p. 84-91, 2002.

SIEGEL, S. **Estatística não-paramétrica: para as ciências do Comportamento**. São Paulo: McGraw Hill do Brasil, 1975.


SILVA, Nilva N. **Amostragem probabilística: Um curso introdutório**. 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

VECCHIA, E. D. **Aspectos metodológicos para a determinação de cargas internas no segmento inferior humano**. Instituto de Física da Universidade de São Paulo, 1998.

WISNER, A. **Por dentro do trabalho. Ergonomia: Método e Técnica**. São Paulo: FTD/Oboré, 1987.

WISNER, A. **A inteligência no trabalho: Textos selecionados de ergonomia**. São Paulo: Fundacentro, 1997.

APÊNDICE 1: Relatório gerado pela MMC

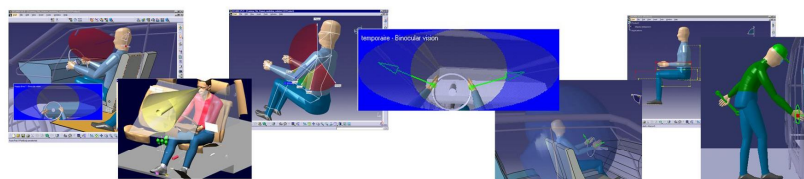
		PART NAME : m5e	August 31, 2007	16:48
		REV NUMBER :	SER NUMBER :	STATS COUNT : 1
↔	NM	LARGURA PROXIMAL - 2º DEDO - PNT1 TO PNT2		
AX		MEAS		
N		23.059		
↔	NM	LARGURA DISTAL - 2º DEDO - PNT3 TO PNT4		
AX		MEAS		
N		19.807		
↔	NM	LARGURA PROXIMAL - 3º DEDO - PNT5 TO PNT6		
AX		MEAS		
N		23.460		
↔	NM	LARGURA DISTAL - 3º DEDO - PNT7 TO PNT8		
AX		MEAS		
N		19.730		
↔	NM	LARGURA PROXIMAL - 4º DEDO - PNT9 TO PNT10		
AX		MEAS		
N		22.291		
↔	NM	LARGURA DISTAL - 4º DEDO - PNT11 TO PNT12		
AX		MEAS		
N		18.644		
↔	NM	LARGURA PROXIMAL - 5º DEDO - PNT13 TO PNT14		
AX		MEAS		
N		18.977		
↔	NM	LARGURA DISTAL - 5º DEDO - PNT15 TO PNT16		
AX		MEAS		
N		17.498		
↔	NM	COMPRIMENTO TOTAL - 1º DEDO - PNT17 TO PNT18		
AX		MEAS		
N		65.277		
↔	NM	COMPRIMENTO SEGMENTO PROXIMAL - 1º DEDO - PNT17 TO PNT19		
AX		MEAS		
N		30.073		
↔	NM	DIST 1L - PNT18 TO PNT19		
AX		MEAS		
N		35.804		
↔	NM	COMPRIMENTO TOTAL - 2º DEDO - PNT20 TO PNT21		
AX		MEAS		
N		73.495		

↔	NM	COMPRIMENTO SEGMENTO PROXIMAL - 2º DEDO - PNT20 TO PNT22
AX		MEAS
N		25.638
↔	NM	COMPRIMENTO SEGMENTO MEDIAL - 2º DEDO - PNT22 TO PNT23
AX		MEAS
N		22.334
↔	NM	COMPRIMENTO SEGMENTO DESTAL - 2º DEDO - PNT21 TO PNT23
AX		MEAS
N		25.615
↔	NM	COMPRIMENTO TOTAL - 3º DEDO - PNT24 TO PNT25
AX		MEAS
N		80.850
↔	NM	COMPRIMENTO SEGMENTO PROXIMAL - 3º DEDO - PNT24 TO PNT26
AX		MEAS
N		28.164
↔	NM	COMPRIMENTO SEGMENTO DESTAL - 3º DEDO - PNT25 TO PNT27
AX		MEAS
N		26.623
↔	NM	COMPRIMENTO SEGMENTO MEDIAL - 3º DEDO - PNT26 TO PNT27
AX		MEAS
N		26.073
↔	NM	COMPRIMENTO TOTAL - 4º DEDO - PNT28 TO PNT29
AX		MEAS
N		76.848
↔	NM	COMPRIMENTO SEGMENTO PROXIMAL - 4º DEDO - PNT28 TO PNT30
AX		MEAS
N		23.522
↔	NM	COMPRIMENTO SEGMENTO MEDIAL - 4º DEDO - PNT30 TO PNT31
AX		MEAS
N		25.739
↔	NM	COMPRIMENTO SEGMENTO DESTAL - 4º DEDO - PNT29 TO PNT31
AX		MEAS
N		27.608
↔	NM	COMPRIMENTO TOTAL - 5º DEDO - PNT32 TO PNT33
AX		MEAS
N		65.305
↔	NM	COMPRIMENTO SEGMENTO PROXIMAL - 5º DEDO - PNT32 TO PNT34
AX		MEAS
N		21.720

↔	NM	COMPRIMENTO SEGMENTO MEDIAL - 5º DEDO - PNT34 TO PNT35
AX		MEAS
N		18.451
↔	NM	COMPRIMENTO SEGMENTO DISTAL - 5º DEDO - PNT33 TO PNT35
AX		MEAS
N		25.150
↔	NM	LARGURA DA PALMA - PNT36 TO PNT37
AX		MEAS
N		97.246
↔	NM	COMPRIMENTO TOTAL DA MÃO - PNT38 TO PNT25
AX		MEAS
N		189.417

APÊNDICE 2 : Cartaz do LABERGO

laboratório de ergonomia e usabilidade



Áreas de Atuação

- Análise Ergonômica do Trabalho
- Simulação Humana
- Usabilidade de Produtos



Universidade Federal do Paraná
Setor de Tecnologia
Departamento de Engenharia Mecânica

Apêndice 3: Cartaz de orientação da pesquisa



laboratório de
ergonomia
usabilidade^e

**“Análise comparativa entre
métodos de coleta de dados
dimensionais”.**

Os avanços nas ciências ocorrem através de estudos como este, por isso a sua participação é importante desta maneira o objetivo deste estudo é comparar métodos de coleta de dados antropométricos para a construção de banco de dados de medidas humanas. Caso você participe, será necessário apenas permitir que sejam mensuradas a sua altura, seu peso e fotografados a suas mãos . Os dados coletados servirão de base para uma dissertação de mestrado do PGMEC – UFPR.

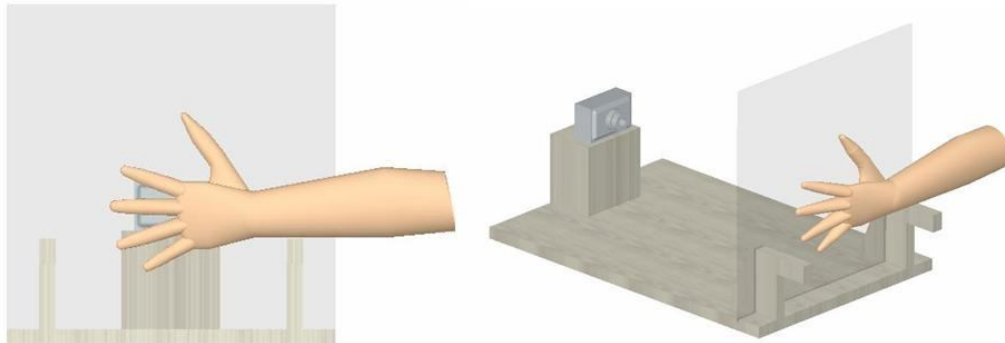
Apêndice 4: Exemplo de termo de consentimento

<p style="text-align: center;">TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE, APÓS ESCLARECIMENTO</p> <p>Eu, _____, portador do RG nº _____ li e/ou ouvi o esclarecimento acima e compreendi para que serve o estudo e qual a sua finalidade. A explicação que recebi esclarece os benefícios do estudo. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento, sem justificar minha decisão e que isso não afetará o estudo. Sei que meu nome não será divulgado, que não terei despesas e não receberei dinheiro por participar do estudo. Eu concordo em participar do estudo. Curitiba/...../2007</p> <p style="text-align: center;">_____ Assinatura do voluntário</p>

Apêndice 5: Cartaz de orientação aos voluntários

COMO COLABORAR

- Manter o braço reto sobre o apoio.
- Manter os dedos esticados, retos e abertos conforme mostra a figura abaixo
- Manter a mão completamente apoiada sobre o vidro..



laboratório de
ergonomia
usabilidade^e

